2025

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО ФОРУМА МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ

«ИЛЬИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2025»

3-4 ФЕВРАЛЯ

МОСКВА

Федеральное медико-биологическое агентство

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

Сборник материалов международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2025»

3-4 февраля 2025 г.
Москва

УДК 614.876+616-001.26/.29+577.34 (063)
ББК 53.6
С232

С232 Сборник материалов международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2025». – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025. – 466 с.

В сборник материалов вошли тезисы участников международного научно-практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2025». Это научное мероприятие ежегодно проводится для ознакомления молодых исследователей с перспективами и новейшими достижениями в различных областях радиационной безопасности, гигиены, медицинской физики и радиационной, экстремальной, авиационной, спортивной, космической и ядерной медицины, радиобиологии, нейротехнологии и смежных дисциплин.

Организаторами научно-практического форума являются:

- Федеральное медико-биологическое агентство;
- ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России;
- Молодежный совет при ФМБА России;
- Окружной молодежный совет по ЦФО;
- Молодежный совет при ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

ISBN 978-5-93064-317-6

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2025

Содержание

Раздел 1. Радиационная биология, химия и физика	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНЫХ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ Дан.М. Алексеев, Дм.М. Алексеев, Д.Ю. Бобров, Т.И. Гимадова, Ю.А. Федотов	30
ФЛЭШ-ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА, МЕХАНИЗМЫ И ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ЕЁ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ Л. Алхаддад, А.Н. Осипов, С.В. Леонов	33
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА РАКА: ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЯ ГЛИОМЫ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ И ГЛИОБЛАСТОМЫ А.П. Вевиорския, А.Н. Осипов	35
ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТОТУ ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ В ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КРОВИ РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ Т.В. Вишневская, М.Ю. Цыпленкова, Д.С. Исубакова, О.С. Цымбал, Е.В. Брониковская	36
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ГРАНУЛОПОЭЗА ПРИ ОСТРОМ ОБЛУЧЕНИИ В ВЫСОКИХ ДОЗАХ Е.А. Гудков	37
МОДИФИКАЦИЯ ЭФФЕКТОВ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ С.Н. Золотарева	39

БИОЭФФЕКТЫ ОБЕДНЕННОГО УРАНА В ПРОГНОСТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ИНТЕСТИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ГИСТОЭНЗИМАТИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ Е.Е. Иванова, З.А. Воронцова	42
ОЦЕНКА СВЯЗИ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ СИСТЕМЫ РЕПЛИКАЦИИ ДНК С ЧАСТОТОЙ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ Д.С. Исубакова, А.В. Кирейкова, Т.В. Вишневская, М.Ю. Цыпленкова, О.С. Цымбал, Е.В. Брониковская, Н.В. Литвяков, И.В. Мильто, Р.М. Тахауов	45
ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ВОКСЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНОГО ЖИВОТНОГО-ОПУХОЛЕНОСИТЕЛЯ Я.В. Кизилова, А.Н. Соловьев, А.А. Касьянов	48
ОСОБЕННОСТИ ЭНДОКРИННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ В УСЛОВИИ МОДИФИКАЦИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЛУЧЕНИЯ В.В. Логачева	50
ФОРМИРОВАНИЕ ВОКСЕЛЬНОГО ФАНТОМА КРОЛИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ РАДИОБИОЛОГИИ Л.Ю. Мершин, В.А. Брунчуков, В.Ю. Соловьев	53
РОЛЬ ИСКУССТВЕННЫХ БИОСУБСТРАТОВ В РАЗРАБОТКЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ С.Н. Павлова, Н.П. Поцяпун, Е.Ю. Максимова, О.С. Баженова	56

ПОСТРАДИАЦИОННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВНОРМАЛЬНЫХ И ОПУХОЕЛВЫХ КЛЕТКАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕЙТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ А.А. Пичкунова, Е.В. Корякина, М.В. Трошина, В.И. Потетня, В.О. Сабуров, С.Н. Корякин	59
РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ГОТОВНОСТИ И ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ В РОССИИ А.Р. Тахауов	61
ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЭ ОТ ЛПЭ ИЗЛУЧЕНИЯ В ПУЧКЕ ИОНОВ УГЛЕРОДА И ПРОТОНОВ НА НОРМАЛЬНЫХ И ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТКАХ КИТАЙСКОГО ХОМЯЧКА М.В. Трошина, Е.В. Корякина, В.И. Потетня, А.Н. Соловьев, В.О. Сабуров, А.А. Лычагин, В.А. Пикалов, С.Н. Корякин	64
ЧАСТОТА ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ О.С. Цымбал, Т.В. Вишневская, Е.В. Брониковская, М.Ю. Цыпленкова, Д.С. Исубакова, Н.В. Литвяков, И.В. Мильто, Р.М. Тахауов	67
ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПАРЕНХИМЫ И МЕЖФОЛЛИКУЛЯРНОЙ СТРОМЫ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ Ю.Б. Черкасова	69
Раздел 2. Радиационная гигиена и безопасность	
СОВРЕМЕННОЕ РАДИАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НОВОЗЫБКОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ Дан.М. Алексеев, Дм.М. Алексеев, С.А. Сидоров	72

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ Ю.В. Антропов	75
ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПЕРСОНАЛ ЦЕНТРА ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ Г.Н. Бакшутова, Ю.Д. Удалов, Т.В. Шарапова	77
ОЦЕНКА ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ НЕСМЕРТЕЛЬНОЙ РАДИАЦИОННОЙ ТРАВМЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТИЗ ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС А.С. Белоус, Ю.Е. Квачева	79
ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ПЛОЩАДКИ УРАНОВОГО НАСЛЕДИЯ – ШАХТЫ «СТЕПНАЯ» (КАЛМЫКИЯ)» Ю.С. Бельских, А.В. Титов, Д.В. Исаев, М.П. Семенова, Ю.В. Кроткова, А.А. Шитова	82
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КАТАРАКТЫ, ИНДУЦИРОВАННОЙ БОЛЬШИМИ ДОЗАМИ ОБЛУЧЕНИЯ Е.В. Васильев, С.М. Думанский, М.В. Калинина	85
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЧЗО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОДА JRODOS Д.И. Гусейнова	87

О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРСОНАЛЬНОГО ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УЧЕТА И АНАЛИЗА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ Е.В. Васильев, С.М. Думанский, М.В. Калинина	90
РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧАЭС, НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА Н.В. Елизарова, Е.В. Николаенко	92
СРАВНЕНИЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КОКТЕЙЛЕЙ «ULTIMA GOLD AB» И «ЛИРА-1» ПРИ ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ РАДИОНУКЛИДА ТРИТИЙ Н.А. Еремина	95
ОБЪЁМНАЯ АКТИВНОСТЬ ^{137}Cs и ^{241}Am В АЭРОЗОЛЯХ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА С.А. Калиниченко, В.Н. Калинин, С.А. Тагай, О.А. Шуранкова, В.Н. Бортновский	98
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ Л.Э. Карл, Т.Н. Лащенова	101
КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ А.Ю. Комаров, П.П. Ганцовский, Н.К. Мазурин, А.Г. Цовьянов, А.О. Лебедев	104

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ УРАНА, ПЛУТОНИЯ И АМЕРИЦИЯ В ПРОБАХ БИОСУБСТРАТОВ ПРИ РАБОТЕ С НОВЫМИ ВИДАМИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА А.А. Корнева, А.Е. Карев, Е.А. Корнева, М.Д. Балакин, Н.К. Мазурин	105
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В СООТВЕТСТВИИ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ МАГАТЭ Е.А. Корнева, А.Г. Цовьянов, А.Ю. Комаров, В.Е. Журавлева, М.Д. Балакин	107
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ Д.А. Кудинова, В.Г. Барчуков, В.Н. Клочков, А.А. Болотов, Е.Н. Жирнов	108
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТА НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ Т.И. Кучерская, М.Ю. Комбарова	111
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ Г. МОСКВЫ З.А. Лантух, К.В. Толкачев, Ю.В. Дружинина, И.В. Солдатов, С.А. Рыжов	113
МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ 1-ГО ГОДА ЖИЗНИ Г. КУРЧАТОВ ЗА ДЕСЯТИЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013-2023 ГГ. П.В. Максимова, Е.Г. Метляев, В.В. Купцов	116
ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ДЕТСКИХ САДОВ ЗАТО Г. ЛЕСНОЙ А.Н. Малахова, В.В. Шлыгин, Ю.Н. Зозуль, Ю.С. Бельских, С.М. Киселев, Е.И. Кайгородов	119

ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЛУЧЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ДОЗЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ПРАКТИКЕ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ Е.И. Маткевич, А.Н. Башков, А.С. Самойлов	123
ИЗУЧЕНИЕ ОТДАЛЁННЫХ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА ЗДОРОВЬЕ ПАЦИЕНТОВ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ М.В. Осипов, М.Э. Сокольников	125
РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ АТОМНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДЕ СОСНОВЫЙ БОР А.В. Петушок, Д.В. Арефьева	128
ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ОРГАНИЗМ КРЫС ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТРИТИЯ И ТРИТИЕВОЙ ВОДЫ М.К. Польская, А.А. Максимов, Л.П. Сычёва, С.М. Роднева	131
ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ И ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОС. МИН-КУШ КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ РАБОТ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ В.А. Серегин, А.А. Шитова, Н.К. Шандала, Ю.В. Кроткова, Ю.С. Бельских	132
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ХИМИЧЕСКИХ ВРЕДНОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛУДКА РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК» С.С. Сокольникова, С.В. Поволоцкая	134

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СРЕДИ ПОТОМКОВ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «МАЯК» С.Ф. Соснина, П.В. Окатенко, Е.В. Денисова, М.Э. Сокольников	136
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА-222 В ПОМЕЩЕНИЯХ И ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ А.А. Суходольская, Д.В. Лукьянова	139
АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИЕЙ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ЗАТО СЕВЕРСК Л.Р. Тахауова, О.И. Кривошеина, А.Р. Тахауов	141
ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА Т.А. Теплинская, В.А. Сухов	142
ДИНАМИКА БЫСТРОТЫ РЕАКЦИИ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ У ЛИЦ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА, РАБОТАЮЩИХ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ О.А. Тихонова, С.А. Зубов, А.С. Кретов, А.А. Вьюнова	146
РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС ЗА ПЕРИОД С 2012 ПО 2024 ГГ. Р.В. Щедрова	148
Раздел 3. Ядерная медицина и радиофармацевтика	
ПОЛУЧЕНИЕ ИТТРИЯ-90 МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ И.А. Большакова, А.А Ларенков	150

СИНТЕЗ И ОЦЕНКА КОМПЛЕКСОВ ^{68}Ga и ^{177}Lu с ПИРИДИН-АЗАКРАУНОВЫМИ ХЕЛАТОРАМИ H_4РАТА, РАТАМ и H_4РАТРА В.Б. Бубенщиков, А.А. Ларенков, А.А. Щукина, А.Д. Зубенко	151
РОЛЬ ПРОТОННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ХОРДОМ СКАТА ЧЕРЕПА ОПЫТ НА БАЗЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ О.П. Букарева, А.В. Незвецкий, Ю.Д. Удалов, А.Б. Саакян, Е.В. Маякова	153
ПСМА-ТАРГЕТНАЯ РАДИОЛИГАНДНАЯ ТЕРАПИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИМИ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ Ю.А. Кайдаш, П.В. Сычев, Ю.Д. Удалов, Е.В. Маякова, М.И. Щербаков	156
ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНВЕРСИИ И РАДИОХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ DOTA-КОНЪЮГИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЛЮТЕЦИЯ-177 А.А. Ларенков, Ю.А. Митрофанов, М.Г. Рахимов	159
СИНТЕЗ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ РАСТВОРОВ ^{44}Sc, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАДИОНУКЛИДНОГО ^{44}Ti/^{44}Sc ГЕНЕРАТОРА П.А. Мирошин, А.А. Ларенков	161
АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ В СОСТАВЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ Ю.А. Митрофанов, Е.П. Павленко, М.Г. Рахимов, А.А. Ларенков	163

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ^{68}Ga-МЕЧЕННЫХ КОНЪЮГАТОВ ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ОЧАГАХ ЮВЕНИЛЬНОГО ИДИОПАТИЧЕСКОГО АРТРИТА К.А. Петросова, М.Г. Рахимов, А.А. Ларенков, А.С. Лунёв, А.Э. Мачулкин, Ф.И. Василевич	165
БАЗА ДАННЫХ ПАЦИЕНТОВ, ПОЛУЧАВШИХ ЛЕЧЕНИЕ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЕТОДОМ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ 131I В СИСТЕМЕ ФМБА РОССИИ М.И. Щербаков, Ю.А. Кайдаш, П.В. Сычев, Ю.Д. Удалов, Е.В. Маякова	167
Раздел 4. Авиационная и космическая медицина	
МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ У ЖИВОТНЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ И.А. Веселовский, А.С. Прокофьева, С.Н. Лукьянова	170
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДОГРЕВАЕМЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ КИСЛОРОДНО-ГЕЛИЕВЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ЭМБОЛИИ. А.Т. Логунов, Н.Б. Павлов, Р.Р. Амиров, Е.А. Праскурничий	173
ЭВОЛЮЦИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ А.Д. Малышев, А.С. Рыбина, Т.В. Матюшев	176
АКУСТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРУДА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СВОЙСТВА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА О.Ю. Матасова, А.А. Гаджиев	178
СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЁЖНОСТИ ПАРАШЮТИСТОВ А.А. Матвийчук	180

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВИАЦИОННЫХ ПОЛЕТАХ Е.И. Маткевич, В.И. Бурмистров, И.В. Иванов	182
ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖЕЙ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ А.С. Немцева, К.В. Гвоздкова, И.Д. Максимова	185
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ВЛИЯНИЯ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ» А.Д. Поляков, М.Ю. Комбарова	187
ИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В АВИАЦИИ А.С. Рыбина, А.Д. Малышев, Т.В. Матюшев	191
ДИАГНОСТИКА ГИДРОЦЕФАЛИИ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) А.В. Рябуха, Т.Е. Крюкова, А.А. Благинин, А.С. Иова	193
МЕТОД ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ УЛЬТРАСОНОГРАФИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОЦЕФАЛИИ КОСМОНАВТОВ А.В. Рябуха, Т.Е. Крюкова, А.А. Благинин, А.С. Иова	196
ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ МИКРОГРАВИТАЦИИ: ПОИСК БИОМАРКЕРОВ В СЛЕЗНОЙ ЖИДКОСТИ М.О. Сенчилов, О.М. Манько	199

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ ГИПОКСИЧЕСКОГО ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ М.М. Слесаренко, А.А. Благинин	201
МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ О НАПРЯЖЕННОСТИ МЫШЦ БРЮШНОГО ПРЕССА В.Н. Филатов, М.Н. Хоменко, Г.Ю. Клишин, Т.С. Авдеева	204
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКИПАЖА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ Р.Ф. Чередников, Т.В. Матюшев, М.А. Шеина, К.С. Жеребцова, А.С. Немцева, К.В. Гвоздкова	207
АНАЛИЗ СИСТЕМНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИПОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ В.А. Яшина, О.В. Попова, И.В. Кошель	209
Раздел 5. Инновационные технологии в здравоохранении	
ФАКТОРЫ РИСКА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ Р.Р. Аверченко, А.В. Огородников	212
СОДЕРЖАНИЕ ПСЕВДОЛЕНТИВИРУСНЫХ ЧАСТИЦ С ГЕНОМ CAR НА РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ПОСЛЕ ТРАНСФЕКЦИИ HEK293T А.С. Безруков, Е.А. Попонина, С.В. Попова, А.О. Пестрикова, Е.В. Соболева, Т.Н. Рыболовлева, Е.Л. Назарова	215
ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У МОЛОДОЙ ПАЦИЕНТКИ С ОСТРЫМ ЛЕЙКОЗОМ НА ФОНЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ М.С. Бутусова	217

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, КАК МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ МЕДИЦИНСКИМИ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯМИ А.А. Вьюнова, А.С. Кретов, И.В. Власова, О.В. Подгорнова	219
СПОСОБ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ИСХОДНОЙ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО АППАРАТНОГО МОНИТОРИНГА М.С. Данилов, К.М. Лебединский, И.С. Симутис	221
ВЗГЛЯД НА КОНФОРМАЦИОННУЮ ДИНАМИКУ ТРАНСПОРТНОГО ФУНКЦИОНАЛА ДВИЖУЩЕЙСЯ КРОВИ Г.А. Довгалов	223
ОСОБЕННОСТИ ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ЖЕНЩИН СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ А.А. Жимирикина	226
РЕОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ В СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ОККЛЮЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ М.И. Забудько, А.В. Чащин, И.С. Дроздов	228
МЕТОД БЕЗАРТЕФАКТНОЙ ЭВТАНАЗИИ В.А. Ивашин, В.И. Кезик, В.А. Куропаткин	231
ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ Д.Ю. Каримова, П.В. Голышко, А.А. Латышова	234

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ПСОРИАЗА Д.Ю. Каримова, М.О. Гулиев	236
МЕРОПРИЯТИЯ МОТИВАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧЕЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП Д.Ю. Каримова, И.М. Мустафаев	240
РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАДРАМИ И ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ВРАЧЕЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП Д.Ю. Каримова, И.М. Мустафаев	242
НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАБИЛИТАЦИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ Д.Ю. Каримова, О.И. Плетнер	244
ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН В ПОСТМЕНОПАЗУАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ, ПЕРЕНЁСШИХ COVID-19, И ТАКТИКА ИХ ВЕДЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ) Д.Ю. Каримова, Н.В. Яговкина	247
СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕНЩИН В ПОСТМЕНОПАУЗЕ И ИМЕЮЩИЕ ПОСТКОВИДНЫЙ СИНДРОМ Д.Ю. Каримова, Н.В. Яговкина	249
РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ С ДАННЫМИ ИЗМЕРЕНИЯ САТУРАЦИИ ПРИ КЛИНИЧЕСКОМ ОСМОТРЕ КРОЛИКОВ В.И. Кезик, Д.Б. Комаров, Н.А. Богданенко	251

СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНАЯ ФРАКЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КЛЕТОЧНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ И.В. Кобзева, Т.А. Астрелина, Ю.Б. Сучкова, В.А. Никитина, Д.Ю. Усупжанова В.А. Брунчуков, О.Г. Михадаркина, Т.Ф. Маливанова, К.А. Филимонов, С.С. Хромина, А.С. Самойлов	254
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ И ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОПЕРИРОВАННЫМИ ОПУХОЛЯМИ ЗАДНЕЙ ЧЕРЕПНОЙ ЯМКИ В ПЕРИОДЕ РЕМИССИИ А.Б. Лавер, С.И. Рычкова, Н.И. Курышева	257
КОРРЕКЦИЯ СИНДРОМА ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ ПРИ ЧРЕСКОЖНЫХ КОРОНАРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ И.Г. Лобаченко, Н.Ю. Семиголовский, И.С. Симутис, М.С. Данилов, Д.С. Салыгина, С.В. Лыточкина	260
РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ЛИПИДОВ С УЧЕТОМ ПОЛИГЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ А.А. Мамчур, М.В. Бруттан, В.В. Даниэль, Д.А. Каштанова, Е.А. Зеленова, И.Х. Джуманиязова, М.В. Иванов, Л.Р. Маткава, О.И. Блинова, С.И. Митрофанов, Л.А. Голубникова, Н.А. Кумар, Е.Д. Маралова, А.С. Шингалиев, М.В. Ежов, А.Н. Мешков, У.В. Чубыкина, О.А. Погорелова, М.И. Трипотень, Т.В. Балахонова, А.А. Вискова, М.С. Комарова, Т.М. Гурциев, Н.В. Гомыранова, Ю.С. Воробьева, А.Г. Хотулева, М.М. Коляскина, В.С. Юдин, В.В. Макаров, А.А. Кескинов, Л.П. Кузьмина, С.А. Бойцов, С.М. Юдин, В.И. Скворцова	263
ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРАПИИ САРКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAR-T МЕТОДА А.В. Нарыков, Ю.Г. Трофименко, Т.В. Серебров, Д.Н. Астахов	266

СИСТЕМА АННОТИРОВАНИЯ ДЕРМАТОСКОПИЧЕСКИХ СНИМКОВ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ПИГМЕНТНЫХ УЗОРОВ В.Г. Никитаев, А.Н. Проничев, В.Ю. Сергеев, В.С. Козлов	269
КИБЕРФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА Д.А. Никифоров, А.А. Шишов, С.К. Солдатов, Т.С. Авдеева	271
МЕДИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПРОСТАТИТОМ В СТРУКТУРЕ УРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ А.А. Одегнал, Д.Ю. Каримова	273
ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ПАЦИЕНТОВ В ПЕРИОД LONG-COVID О.С. Орлова, Е.А. Бурзанова	276
МОНИТОРИНГ ПЕРФУЗИИ АУТОТРАНСПЛАНТАТА МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ 5ВЫПОЛНЕННОЙ ОТСРОЧЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЯ К.О. Праздников, Н.Г. Степанянц, М.Ш. Зугумова, К.А. Попугаев	278
ВЫБОР КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КАНДИДАТА В СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ПРОТИВОСТАФИЛОКОККОВОГО ИММУНОГЛОБУЛИНА ЧЕЛОВЕКА Е.В. Росина, Е.А. Коновалова, С.Е. Зиганшина, Е.Н. Калинина, Е.С. Кормщикова	280
ВЛИЯНИЕ СМЕРТНОСТИ ОТ ОТДЕЛЬНЫХ ПРИЧИН НА СРЕДНЮЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ Р.Ж. Салахов, Д.Ю. Каримов	283

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО НОВОГО ЦВЕТОВОГО ТЕСТА У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА Р.И. Сандимиров, Н.И. Курышева, С.И. Рычкова	285
ГОМОЦИСТЕИН И МИЕЛОПЕРОКСИДАЗА КАК ПРЕДИКТОРЫ ОСЛОЖНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА Н.Ю. Семиголовский, Э.С. Юсупов, Д.Г. Маленковская	288
ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТОКСИЧНОСТЬ ТЕРАПИИ НЕХОДЖКИНСКИХ ЛИМФОМ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ З.К. Симавонян, Т.Т. Валиев	291
МОДУЛЯЦИЯ ТРОМБОЦИТО-ЭНДОТЕЛИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ СЕПСИСЕ И.С. Симутис, Д.С. Салыгина	293
РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЖЕНЩИНЫ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ВНУТРИМАТОЧНЫХ ПАТОЛОГИЙ: СИНЕХИЙ И МИОМЫ МАТКИ Д.А. Стародубова, М.Е. Мамаева	295
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОКАЗАНИИ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ В РОССИИ Р.Р. Сунгатуллин	296
СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КАК ОСНОВА ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА Ю.А. Тлигуров, В.Ю. Лизунов	299
ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ ПАЦИЕНТКИ С ФЕОХРОМОЦИТОМОЙ. РОЛЬ КТ-ДИАГНОСТИКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОТИПА ОПУХОЛИ И.Р. Хайруллин	302

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В ИЗМЕНЕНИИ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРОЦЕДУРАХ ИЗМЕРЕНИЯ АД ОККЛЮЗИОННЫМИ МЕТОДАМИ А.В. Чащин, И.С. Афонин	304
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ ЖИДКОСТНОГО НАПОЛНЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕДУРАХ ИЗМЕРЕНИЯ АД С ОККЛЮЗИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ А.В. Чащин, М.И. Забудько, И.С. Дроздов	308
О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕДУР ИЗМЕРЕНИЯ АД ОККЛЮЗИОННЫМИ МЕТОДАМИ А.В. Чащин, В.А. Романова	311
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОККЛЮЗИОННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ АД В КАЧЕСТВЕ ВЛИЯЮЩЕГО ФАКТОРА МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННО ПРОЯВЛЯЮЩЕГО КЛЕТОЧНЫЕ РЕАКЦИИ А.В. Чащин, Е.И. Хохлова	315
МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗМА ПРИ ОККЛЮЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ В ПРОЦЕДУРЕ ИЗМЕРЕНИЯ АД А.В. Чащин, Э.Р. Шарипова	318
ВЗГЛЯД БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ НА ТЕЛЕМЕДИЦИНУ: АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ И ГОТОВНОСТИ К ВНЕДРЕНИЮ А.В. Чернецов, Д.О. Рощин	321

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ А.Н. Разумов, И.П. Боровницкий, А.В. Гречко	322
Раздел 6. Биомедицинские и аддитивные технологии	
АНАЛИЗ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК КОМПЛЕКСА ПЛАЦЕНТАРНОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ КОРОТКИХ ТАНДЕМНЫХ ПОВТОРОВ (STR) Ю.И. Булычева, Т.А. Астрелина, Т.Ф. Маливанова, И.В. Кобзева, В.А. Никитина, Ю.Б. Сучкова, Д.Ю. Усупжанова, В.А. Брунчуков, О.Г. Михадаркина, О.Ф. Серова, А.С. Самойлов	326
ВЛИЯНИЕ ЛИОФИЛИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ ЧЕЛОВЕКА ПРОТИВОСТАФИЛОКОККОВОГО, ПРОТИВОСТОЛБНЯЧНОГО И ПРОТИВ ГЕПАТИТА В Е.Н. Калинина, Е.А. Коновалова, Е.В. Росина, С.Е. Зиганшина, Е.С. Кормщикова	329
ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА СКОРОСТЬ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОГО НАВЫКА У КРЫС Д.Б. Комаров, А.В. Солнцева	332
КОНТРОЛЬНЫЕ УРОВНИ ТРАНСЛОКАЦИЙ В КУЛЬТУРАХ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЁХЦВЕТНОГО И МНОГОЦВЕТНОГО FISH-ОКРАШИВАНИЯ Е.Е. Ломоносова, В.Ю. Нугис, В.А. Никитина, М.Г. Козлова	335

ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГИДРОГЕЛЯ ИЗ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ С.М. Масалимова, Т.А. Астрелина, Д.Ю. Усупжанова, А.О. Завьялов, Н.П. Яшин, М.В. Меркулов, Ю.И. Булычева, Т.Ф. Маливанова, И.В. Кобзева, Ю.Б. Сучкова, В.А. Брунчуков, О.Ф. Серова, А.С. Самойлов	338
ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА ГИДРОГЕЛЯ НА МОДЕЛИ РАДИАЦИОННОГО ПОРАЖЕНИЯ КОЖИ М.В. Меркулов, Т.А. Астрелина, Д.Ю. Усупжанова, А.О. Завьялов, Н.П. Яшин, С.М. Масалимова, Т.Ф. Маливанова, И.В. Кобзева, Ю.Б. Сучкова, В.А. Брунчуков, О.Г. Михадаркина, Е.А. Дубова А.С. Самойлов	341
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОГЕЛЯ ИЗ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ Д.Ю. Усупжанова, Т.А. Астрелина, И.В. Кобзева, Ю.Б. Сучкова, Т.Ф. Маливанова, Ю.И. Булычева, В.А. Брунчуков, О.Г. Михадаркина, О.Ф. Серова, А.С. Самойлов	344
ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ Н.П. Яшин, Т.А. Астрелина, Д.Ю. Усупжанова, А.О. Завьялов, М.В. Меркулов, С.М. Масалимова, Т.Ф. Маливанова, И.В. Кобзева, Ю.Б. Сучкова, В.А. Брунчуков, О.Г. Михадаркина, А.С. Самойлов	347

КЛИНИКО-ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕНЗОЛА И РИСК РАЗВИТИЯ ОНКОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ В.В. Покатилов, С.И. Ёжиков	350
Раздел 7. Стоматология	
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТОВ МЕТРОГИЛ И АИКАР В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПАРОДОНТИТА А.И. Абдуллаева, В.Н. Олесова, Д.Ю. Акопов	353
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ ПРИ ОРОАНТРАЛЬНЫХ СВИЩАХ С.А. Алишлалов, С.С. Шендрикова, С.П. Сысолятин	356
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ И ПОЛОЖЕНИЯ ИМПЛАНТАТА В НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ НАГРУЗКЕ М.Р. Берсанова, Э.Ф. Алекберов, В.В. Микрюков, А.Г. Зверяев	358
ОБОСНОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА ПО ПРОГРАММЕ ОМС Н.О. Гришкова, В.А. Шерстинова, М.Б. Агами, М.С. Гришков	361
ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕКРЕТИРОВАННЫМ ГРУППАМ НАСЕЛЕНИЯ Я.С. Егорова, И.Л. Андреева, А.Р. Берсанова, В.С. Сайранян	363
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ПОКАЗАНИЯ К ВЫБОРУ МЕТОДА УДАЛЕНИЯ СЛЮННЫХ КАМНЕЙ Д.В. Жучкова, С.П. Сысолятин	366

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА ИМПЛАНТАТ МОСТОВИДНОГО ПРОТЕЗА С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТАТ И ЗУБ ПО ДАННЫМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ Р.С. Заславский, С.И. Абакаров, Е.А. Некрасова, А.В. Жаров, Ю.А. Васильева	368
ПОКАЗАТЕЛИ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАМЕЩЕНИИ ДЕФЕКТОВ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У РАБОТНИКОВ С ОПАСНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА В.И. Исмайлова, Ю.А. Васильева, П.И. Махортова, Д.И. Морозов	371
ДИНАМИКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У МОЛОДЫХ ПАЦИЕНТОВ С ЛИМФОМОЙ ХОДЖКИНА. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ М.Д. Лобова	373
ВОЗМОЖНОСТИ РАСТРОСТЕРЕОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЛОЖЕНИЯ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ И ПОЗВОНОЧНИКА С.И. Маланьин, Т.А. Фазылова, А.Л. Петериков, А.А. Ильин	375
СОПОСТАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ СТАНЦИИ И ЖИТЕЛЕЙ БЛИЗЛЕЖАЩЕГО РЕГИОНА Д.В. Мартынов, А.В. Курников, А.А. Попов, А.А. Майданова	377
РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГИНГИВИТА И ПАРОДОНТИТА У РАБОТНИКОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ И.С. Махнёва, Р.Д. Каирбеков, И.В. Дедкова, Н.В. Попова	380
АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭМАЛИ И ДЕНТИНЕ ДЕВИТАЛИЗИРОВАННОГО ЗУБА Э.А. Олесова, С.Д. Арутюнов, Е.А. Некрасова, С.П. Ярилкина	383

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕГРУЗКА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН И ПЕРЕЛОМОВ ЗУБОВ Ю.А. Повстянко, В.И. Исмайлова, С.С. Колонов, Н.В. Попова	385
ЭЛИМИНАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РОТОВУЮ ЖИДКОСТЬ Б.М. Радзишевский, П.В. Кащенко, Е.В. Глазкова, А.В. Жаров	388
ТЕНДЕНЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РОССИИ А.В. Уткин	391
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ УСТРАНЕНИЯ МИОФАСЦИАЛЬНОЙ БОЛИ У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ Т.А. Фазылова, А.А. Ильин, Е.Е. Олесов, Б.М. Радзишевский, В.Г. Мовсесян	393
Раздел 8. Медицина катастроф	
ПОДБОР РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ ЛИОФИЛИЗИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ ОЦЕНКЕ АКТИВНОСТИ ФАКТОРА VIII КЛОТИНГОВЫМ МЕТОДОМ С.Е. Зиганшина, Е.С. Кормщикова, Е.Н. Калинина, Е.А. Коновалова, Е.В. Росина	396
КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫЕЗДНЫХ ФОРМ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИЯХ ОБСЛУЖИВАНИЯ ФМБА РОССИИ Н.А. Качанова, Н.Н. Баранова	399
ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВАКУАЦИИ РАНЕНЫХ И ПОРАЖЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ВЕРТОЛЁТАМИ И.А. Коронков	401

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ПОСТРАДАВШИХ БРИГАДАМИ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ С.С. Макаров, Н.М. Макарова, А.Л. Пьянков	403
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МИРОВОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ И ПОСТРАДАВШИМ А.С. Скиданова	406
ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕДИЦИНСКИХ БРИГАД ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ А.И. Ураев	409
Раздел 9. Спортивная медицина	
ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ И.В. Большаков, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова	411
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ: ОТ АНТИКВАРНЫХ УСТРОЙСТВ ДО СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ П.О. Горшков	413
ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ТРАВМ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) Е.М. Ковалева	416

О НОРМАТИВАХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ В МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТАХ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПРОВЕДЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ А.А. Косенков, С.М. Разинкин	419
АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ А.А. Марченко, А.Н. Зубрилин, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова, В.Ю. Лизунов	423
ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДАЙВЕРОВ К ТОКСИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ КИСЛОРОДА Н.Р. Никонов, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова	425
ВЛИЯНИЕ ГИПЕРМОБИЛЬНОСТИ СУСТАВОВ НА ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У СПОРТИВНЫХ ТАНЦОРОВ А.Д. Тобина	427
ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ СПОРТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗРАЧКОВОЙ РЕАКЦИИ М.В. Цимбал, Н.В. Штейнберг, Д.С. Хомич, Е.С. Касьяненко, В.В. Волков	430
Раздел 10. Современные достижения в области нейротехнологий	
КОННЕКТОМНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ГЛУБОКИХ СТРУКТУР МОЗГА С.В. Асриянц, А.А. Гамалея, А.А. Томский	434

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРОКОЛЕБАНИЙ ЛИЦА А.А. Болотов, В.Г. Барчуков, Е.Н. Жирнов, А.С. Галузин, А.А. Ашуркин	436
ХРОНИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА В КОНТЕКСТЕ НАТУРАЛИСТИЧНОЙ ЗООСОЦИАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ Ю.В. Бородачева, И.Д. Шамсиев, И.В. Бондарь	439
ЭФФЕКТ ХРОНИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА НА НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОДВИНУТЫМИ СТАДИЯМИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА В.В. Ковалев, Е.В. Бриль, М.С. Семёнов, Л.Т. Лепсверидзе, Н.А. Супонева, Ю.А. Селивёрстов	442
СОВРЕМЕННЫЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ А.Б. Кожокару, Е.С. Ларкина	444
НЕЙРОСТИМУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ НЕВРОПАТИИ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА В.П. Кондратьев, А.В. Декопов, А.А. Томский	447
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ МОТОРНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ЭМГ-ТРЕНИНГА МЕТОДОМ SPOC К.А. Насрулина, А.Е. Осадчий	449
НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ НЕЙРОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ МОЧЕИСПУСКАНИЯ Т.В. Сигалева, А.А. Кащеев, А.Б. Кожокару	452

ВЫЯВЛЕНИЕ СИАЛОРЕИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ Н.А. Федотова, Е.В. Бриль, О.С. Зимнякова, О.Э. Тургунхужаев, М.М. Юсупова, И.Г. Яркова	455
НОВЫЙ СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ПОСТГЕРПЕТИЧЕСКОЙ НЕВРАЛГИИ В.В. Хиновкер, А.О. Добросмыслова	457
ПОИСК МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ЭЭГ-ОТВЕДЕНИЙ И ПАТТЕРНОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ, НАИБОЛЕЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ И.Е. Якушев, В.А. Орлова, П.Д. Бобров	460
ВЛИЯНИЕ НАРКОЗА НА ПОРОГ АКУСТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКСА С.В. Дроздов, С.П. Драган, Н.А. Богданенко	463

Раздел 1. Радиационная биология, химия и физика

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗНЫХ ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дан.М. Алексеев[1], Дм.М. Алексеев[1,2], Д.Ю. Бобров[1], Т.И. Гимадова[1], Ю.А. Федотов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва, РФ

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (Центр) является ведущей научной организацией в области радиационной медицины и радиационной биологии. На базе Центра проводятся радиационные исследования, связанные с проведением облучений лабораторных животных, медицинских терапевтических облучений, испытаний радиопротекторов, радиосенсибилизаторов в диапазонах поглощенных доз от 0,1 Гр до 10 Гр. Для выполнения таких работ необходимо контролировать поглощенные дозы ионизирующего излучения в различных объектах.

Контроль поглощенных доз ионизирующего излучения в аварийных диапазонах осуществляется разными методами дозиметрии. При выборе наиболее эффективного метода внешней аварийной дозиметрии мы руководствовались наличием в Центре приборно-материальной базы и накопленного опыта в данной области. По результатам анализа наилучшим сочли метод термолюминесцентной (ТЛ) дозиметрии.

Метод ТЛ дозиметрии основан на способности разных материалов за счет дефектов кристаллических решеток накапливать энергию ионизирующих излучений. При нагревании детекторов накопленная энергия высвобождается

в виде света определенного спектра и считывается дозиметрическими устройствами (считывателями).

При измерении высоких поглощенных доз ионизирующего излучения все ТЛ детекторы имеют один известный недостаток: с увеличением суммарной дозы проявляется свойство нелинейного запасания энергии ионизирующего излучения (сверхлинейность) [1].

В настоящий момент в дозиметрии внешнего облучения широко применяются кристаллические ТЛ детекторы ДТГ-4 на основе фтористого лития. Их использование обусловлено возможностью измерения в широком диапазоне доз и практически полным отсутствием зависимости от спектра энергии ионизирующего излучения. Однако в работе [1] приводится подтверждение сверхлинейности детекторов ДТГ-4 при измерении доз свыше 2 Гр.

Во второй половине прошлого века в Институте Биофизики МЗ СССР разработаны ТЛ детекторы на основе алюмофосфатного стекла, активированного марганцем (ПСТ) [2]. Такие детекторы использовались при измерении индивидуальных доз ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС и радиационном мониторинге территорий расположения АЭС СССР [2-3]. При измерении поглощенных доз до 10 Гр для детекторов ПСТ указывается отсутствие сверхлинейности [2]. С учетом данной особенности использование алюмофосфантных детекторов для контроля аварийных доз облучения выглядит более перспективным.

Цель данной работы – выбрать тип ТЛ детекторов, наиболее подходящий для измерения аварийных доз облучения.

Облучения проводили на медицинском радиотерапевтическом ускорителе фирмы Varian, который генерирует поле тормозного фотонного излучения с энергией от 6 до 20 МэВ [4].

Измерения проводили на считывателе ДВГ-02ТМ поверенного термолюминесцентного комплекса «Доза-ТЛД», производства НПП «Доза» с программным обеспечением DVG в режимах работы, соответствующих измеряемым типам ТЛ детекторов.

В качестве контрольных выбраны дозы облучения 1 Гр, 3 Гр, 5 Гр. Для сопоставления результатов исследования все типы детекторов облучались одновременно в однородном поле излучения. Результаты дозиметрического исследования представлены в таблице 1. Каждому значению доз в таблице соответствует результат 30 измерений.

Таблица 1 – Результаты облучения ТЛ детекторов на ускорителе Varian

Поглощенная доза, Гр	Результат измерения на детекторах ПСТ*, Гр	σ, %	Результат измерения на детекторах ДТГ-4*, Гр	σ, %
1	0,97±0,03	5,0	1,22±0,26	15,4
3	2,84±0,09	4,8	3,68±0,39	17,0
5	4,85±0,14	5,4	6,04±0,54	14,5
* – указаны средние арифметические значения поглощенных доз ионизирующего излучения и границы доверительного интервала при P=0,95				

На основании результатов измерения обоих типов ТЛ детекторов выявили что:

1. Детекторы ПСТ имеют линейную зависимость накопления дозы в диапазоне от 1 до 5 Гр, отклонения измеренной от отпущенной поглощенной дозы во всем диапазоне составили менее 5%. Индивидуальная чувствительность детекторов ПСТ находится в пределах ±5%.
2. Детекторы ДТГ-4 имеют линейную зависимость в диапазоне доз от 1 до 5 Гр, отклонения измеренной дозы от отпущенной дозы во всем диапазоне составили в среднем 23%. Индивидуальная чувствительность детекторов ДТГ-4 находится в пределах ±15%.

Исследование показало, что использование детекторов ПСТ для измерений в диапазоне доз от 1 до 5 Гр методом ТЛ дозиметрии по сравнению с детекторами ДТГ-4 более перспективно. Использование детекторов ДТГ-4 в исследованном диапазоне возможно при проведении дополнительных мероприятий по разбраковке детекторов на разные партии в зависимости от индивидуальной чувствительности и введения поправок на сверхлинейность.

Список использованных источников:

1. Москвина Н. А. и др. Применение термолюминесцентных детекторов для радиационно-гигиенического контроля // Медицинская физика. – 2011. – №. 4. – С. 64-69.
2. Бочвар И. А., Гимадова Т. И., Кеирим-Маркус И. Б. и др. Метод дозиметрии ИКС. М.: Атомиздат, 1977.

3. Ильичев С. В., Кочетков О. А., Крючков В. П. и др. Ретроспективная дозиметрия участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. К.: «Седа-стиль», 1996.
4. Лыкова Е.Н. Исследование потоков вторичных частиц при работе медицинского укорителя с энергией 18-20 МэВ. Диссертация / Е.Н. Лыкова. – М., МГУ им. Ломоносова, 2019. – 115 с.

ФЛЭШ-ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ: ПРЕИМУЩЕСТВА, МЕХАНИЗМЫ И ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ЕЁ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Л. Алхаддад[1], А.Н. Осипов[2,3], С.В. Леонов[2]

[1]Университет Дамаска, г. Дамаск, Сирийская Арабская Республика
[2]МФТИ, г. Долгопрудный, РФ
[3]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Лучевая терапия (ЛТ) является краеугольным камнем как паллиативной, так и лечебной помощи при опухолях. Однако возможности ЛТ ограничиваются побочными эффектами для нормальных тканей. ФЛЭШ-ЛТ – это доставка сверхвысокой мощности дозы, на несколько порядков превышающей ту, которая используется в настоящее время в традиционной ЛТ. В настоящее время проводятся клинические исследования ФЛЭШ-ЛТ для улучшения эффективности контроля опухоли, переносимости дозы для нормальных тканей и воспроизводимости эффектов лечения в различных учреждениях. Внедрение ФЛЭШ-ЛТ пока ограничено, и включение этого нового метода в рутинную клиническую ЛТ потребует использования точных методов дозиметрии и современного сертифицированного оборудования, которое позволит надёжно и надёжно измерять дозы и мощности доз. В докладе мы подчеркнули преимущества этой технологии, потенциальные механизмы, лежащие в основе эффекта ФЛЭШ-ЛТ, а также основные проблемы, которые необходимо решить при использовании ФЛЭШ-ЛТ в клинике. Из имеющихся в настоящее время доклинических данных можно с

уверенностью сделать вывод, что «выжигание» кислорода способствует, по крайней мере, частично, эффекту ФЛЭШ-ЛТ. Однако масштабы этого вклада заслуживают дальнейшего изучения. Помимо присущих различий в генерации активных форм кислорода и свободных радикалов между нормальными и опухолевыми тканями, в эффект ФЛЭШ-ЛТ широко включены механизмы поддержания целостности ДНК, митохондриальный гомеостаз и иммуномодулирующее действие; однако доказательства, подтверждающие это, в настоящее время являются предварительными. Предполагается, что ФЛЭШ-ЛТ может также помочь в лечении опухолей у детей, учитывая, что дети, как правило, более восприимчивы к побочным эффектам ЛТ. Однако, прежде чем это произойдёт, необходимо провести значительно больше исследований. Эффекты воздействия электронного ФЛЭШ-ЛТ могут быть применимы к мышам, поскольку эти животные миниатюрны, что позволяет электронам адекватно проникать в их мозг, чтобы вызвать эффект ФЛЭШ-ЛТ; однако остаётся неясным, служат ли эти данные надёжной трансляционной моделью. Как и в случае любого новаторского исследования, проблемы с финансированием и методологией все ещё существуют. Ограниченная доступность ФЛЭШ-ЛТ усугубляется повышенными технологическими и эксплуатационными требованиями. Кроме того, существуют трудности с применением ФЛЭШ-ЛТ в клинических условиях, особенно с обеспечением точного распределения доз и лечением опухолей, расположенных глубоко внутри тела, с помощью электронной-ЛТ. Хотя эксперименты по изучению эффектов протонной ФЛЭШ-ЛТ проводились, до сих пор они были выполнены только в небольших объёмах. Мы можем предвидеть будущее, когда технологические затраты снизятся, в результате чего ФЛЭШ-ЛТ станет более доступным выбором для клинического применения. Подводя итог, можно сказать, что, хотя путь к ФЛЭШ-ЛТ непрост, перспективы оптимистичны. Работа выполнена при поддержке российского научного фонда (проект № 24-45-20002).

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА РАКА: ИССЛЕДОВАНИЕ СЛУЧАЯ ГЛИОМЫ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННОСТИ И ГЛИОБЛАСТОМЫ

А.П. Вевиорский[1], А.Н. Осипов[1,2]

[1]ФИЦ ХФ РАН, г. Москва, РФ
[2] ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Лучевая терапия является ключевым методом лечения различных видов рака. Однако результаты лучевой терапии могут значительно варьироваться как между разными типами рака, так и среди пациентов с одним и тем же типом опухоли. Такая вариабельность представляет собой серьезную проблему для оптимизации стратегий лечения и улучшения выживаемости пациентов. В данной работе мы собрали данные о фенотипах, связанных с лучевой терапией, и экспрессии генов из 32 датасетов TCGA по различным типам рака и провели анализ общей выживаемости для 32 типов рака. Кроме того, мы провели анализ обогащения сигнальных путей, чтобы выявить ключевые пути, участвующие в резистентности и чувствительности к лучевой терапии. Наши результаты показывают, что лучевая терапия улучшает выживаемость при определенных типах рака, таких как глиобластома (GBM), но ухудшает выживаемость при других, например, при низкодифференцированных глиомах (LGG). Далее мы сосредоточились на изучении различий в результатах лучевой терапии между GBM и LGG, акцентируя внимание на молекулярных механизмах, способствующих этим различиям. Мы выявили различия в регуляции путей, связанных с программируемой клеточной гибелью, репарацией ДНК, поддержанием теломер, конденсацией хромосом, антивирусными реакциями и сигнализацией интерферонов у пациентов с GBM и LGG, что, возможно, объясняет эффективность лучевой терапии. Генетический анализ подтвердил важность иммунного ответа для исходов лучевой терапии у пациентов с LGG. Эти результаты подчеркивают важность персонализированного подхода к лечению и необходимость дальнейших исследований для улучшения результатов лучевой терапии у онкологических пациентов.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧАСТОТУ ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ В ФОРМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КРОВИ РАБОТНИКОВ ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Т.В. Вишневская, М.Ю. Цыпленкова, Д.С. Исубакова,
О.С. Цымбал, Е.В. Брониковская

ФГБУН СБН Центр ФМБА России, г. Северск, РФ

В настоящее время большое количество научных исследований направлено на изучение влияния ионизирующего излучения (ИИ) на организм человека, оценку его медико-биологических последствий и разработку мер радиационной защиты. Интерес к изучению данных вопросов вызван не только развитием ядерной энергетики, но и широким применением ИИ в медицинских целях. Анализ динамики цитогенетических нарушений является важным компонентом ретроспективной оценки влияния ИИ на организм человека.

Цель работы – провести ретроспективный цитогенетический анализ (с разницей исследования 10 лет) частоты хромосомных аберраций (ХА) в лимфоцитах крови у работников объекта использования атомной энергии (ОИАЭ).

В исследование включено 18 условно здоровых мужчин – работников ОИАЭ, средний возраст работников ОИАЭ на момент первого забора крови – 57 лет. Группу контроля составили работники ОИАЭ, у которых был произведён забор крови в 2005 г. Группу исследования составили работники ОИАЭ, у которых в 2015 г. повторно был произведён забор крови.

Образцы цельной венозной крови всех доноров культивировали с последующим приготовлением препаратов для цитогенетического анализа. Изучали метафазные хромосомы (не менее 300 метафазных пластинок у каждого работника ОИАЭ), окрашенные красителем Гимза. Учитывали ХА, распознаваемые без кариотипирования: хроматидные фрагменты, хромосомные фрагменты, кольцевые и дицентрические хромосомы в контрольной группе и группы исследования.

При сравнительном ретроспективном анализе частоты цитогенетических нарушений в лимфоцитах крови работников ОИАЭ выявлены различия

(p<0,05) между изучаемыми группами по частоте хроматидных фрагментов и кольцевых хромосом.

В группе исследования, выявлено снижение частоты хроматидных фрагментов (p=0,0394) по сравнению с группой контроля. При этом частота кольцевых хромосом (p=0,0278) выше по сравнению с группой контроля. Отличий частот других изученных типов ХА (хромосомные фрагменты и дицентрические хромосомы) между сравниваемыми группами не выявлено.

Результаты данной работы позволяют дополнить представления о мутационном процессе в соматических клетках лиц, подвергающихся в ходе профессиональной деятельности воздействию ИИ, и свидетельствуют о генотоксичности ИИ, а также обращают внимание на необходимость принятия профилактических и лечебных мероприятий по минимизации негативных медико-биологических последствий воздействия техногенного ИИ на организм работников ОИАЭ.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ГРАНУЛОПОЭЗА ПРИ ОСТРОМ ОБЛУЧЕНИИ В ВЫСОКИХ ДОЗАХ

Е.А. Гудков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФБМА России, г. Москва, РФ

В настоящее время вопрос диагностики и лечения острых лучевых поражений у человека при остром, относительно равномерном по телу аварийном облучении остается чрезвычайно актуальным. Одной из проблем является прогнозирование течения костномозгового синдрома ОЛБ в острый период (первые несколько недель после облучения).

В настоящей работе были поставлены две задачи: разработка математической модели реакции кроветворной системы человека (в частности, системы гранулопоэза) на острое облучение в высоких дозах; а также тестирование разработанной модели на материале из базы данных по острой лучевой болезни (БД ОЛБ) ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Разрабатываемая модель воспроизводит кинетику клеточных популяций гранулоцитарного ростка, начиная от стволовых кроветворных клеток (СКК) и

заканчивая зрелыми нейтрофилами в костномозговом резерве (КМ) и периферической крови (ПК); при этом также учитывается гибель клеток в результате облучения (рис. 1). Кроме этого, в модели представлены механизмы обратной связи, регулирующие движение клеток между компартментами в зависимости от внешних и внутренних условий [1, 2].

Рисунок 1 – Схематичное представление разрабатываемой математической модели. Обозначения: КП – коммитированные предшественники; ПСК – пролиферирующе-созревающие клетки; СК – созревающие клетки

Математическая модель тестируется на материале из базы данных по острой лучевой болезни (БД ОЛБ) ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. БД ОЛБ, помимо прочих сведений, содержит информацию об условиях облучения и пострадиационной динамике нейтрофилов для 113 пострадавших при аварии на ЧАЭС 1986 г. с диагнозами I, II, III и IV степеней тяжести ОЛБ при остром, относительно равномерном по телу облучении гамма-бета-излучением [3].

Планируется доработка данной модели для прогнозирования пострадиационной динамики нейтрофилов для случаев пролонгированного облучения (недели, месяцы) и облучения с меняющейся мощностью дозы. В перспективе также возможна модификация данной модели для случаев неравномерного по телу облучения гамма- или гамма-нейтронным излучением, а также для планирования применения тех или иных лекарственных препаратов, например, Г-КСФ, с целью достижения максимального лечебного эффекта.

Список использованных источников:

1. Груздев Г.П., Чистопольский А.С. Проблема радиочувствительности клеточных элементов костного мозга и некоторые оценки пострадиационной кинетики миелопоэза (анализ по данным последствий аварии на ЧАЭС) // Радиобиология. – 1992. – Т.32. – №.1. – С. 3-18.
2. Соловьев В.Ю. Математические методы и модели в аварийной дозиметрии, радиационной медицине и радиационной эпидемиологии / М.: ФГБУ ГНЦ ФБМЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. – 2016. – 120 с. с ил.
3. База данных по острой лучевой болезни. Свидетельство о государственной регистрации базы данных №2022621413 от 15 июня 2022.

МОДИФИКАЦИЯ ЭФФЕКТОВ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ РАДИАЦИИ В МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

С.Н. Золотарева

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, РФ

В последние годы вновь набирает актуальность проблема контакта человека с γ-излучением, обусловленная учащением техногенных аварий, ядерными испытаниями и накоплением радиоактивных отходов. Основной задачей современных радиобиологов является разработка системы мероприятий, направленных на повышение резистентности организма к действию радиации за счет активизации внутренних адаптивных механизмов, с акцентом на дозы, определяющие высокий процент летальности.

Основываясь на литературных данных, о том, что второй «критической» системой после органов кроветворения, определяющей течение лучевого поражения при действии летальных доз радиации является кишечный эпителий, актуальным становится рассмотрение модифицирующего влияния естественных радиопротекторов на проявления ионизирующего излучения по состоянию морфофункциональных компонентов слизистой оболочки тощей кишки. Основными критериями оценки радиорезистентности органа в условиях модификации целесообразно считать: митотические клетки, как

показатель степени целостности и восстановительной способности кишечного эпителия, и активные формы тучных клеток – определяющих состояние гомеостатического равновесия за счет высвобождения биогенных аминов разного спектра действия.

Целью исследования стало выявление модифицирующего эффекта комплексного применения электромагнитного излучения и гипоксической газовой смеси по морфологическим критериям, определяющим функциональное состояние слизистой оболочки тощей кишки в условиях γ-облучения в эксперименте.

Объектом исследования стали беспородные половозрелые крысы-самцы (n=72, возраст 4 мес.). Первую группу составили контрольные крысы. Крыс второй группы подвергали однократному воздействию общего γ-излучения в поглощенной дозе 10 Гр. Крыс третьей группы подвергали комплексному воздействию ионизирующего излучения с низкочастотным электромагнитным излучением СВЧ-диапазона («Хазар2,5Р», 2,4 ГГц, ППМ – 10 мВт/см^2, время 2,5 мин) и гипоксической газовой смесью (8%O_2 и 92%N_2) при этом γ-облучение крыс проводилось сразу после применения гипоксии и через 12-15 мин после электромагнитного излучения. Животных умерщвляли декапитацией через 1,7; 5; 24; 72 часа после воздействия факторов. Морфологические критерии слизистой оболочки тощей кишки и скорость пролиферативных процессов, оценивали по стандартным парафиновым срезам толщиной 6мкм. При окраске гематоксилином-эозином изучали рельеф слизистой оболочки. Толщину базальной мембраны эпителиальной выстилки слизистой оболочки тощей кишки и бокаловидные клетки выявляли ШИК-реакцией на гликопротеиды. В межкриптальной строме при окраске основным коричневым по Шубичу с докраской гематоксилином подсчитывали морфологические типы тучных клеток (×1000) и их общее число.

Гамма-облучение в дозе 10 Гр вызывало выраженные деструктивные изменения морфологических эквивалентов системы «ворсинка-крипта». Выявлено истончение слизистой оболочки за счет достоверного снижения высоты ворсин и глубины крипт в хронодинамике наблюдения. Ворсинки деформированы и имеют вид барабанных палочек – с узким основанием и широкой верхушкой, крипты расширены. Энтероциты эпителиальной выстилки крипт, нижней и средней части ворсинок уплощенной формы, с единичными участками полного «облысения». Верхушки ворсинок покрыты

высокими энтероцитами с деформированным ядром и множественными вакуолями в цитоплазме. Бокаловидные клетки эпителиальной выстилки единичные, суженные и опустошенные. В эпителии крипт число митотических клеток снижено до критического уровня ($p<0,05$). Базальная мембрана эпителиоцитов достоверно истончена. Общее число тучных клеток соединительнотканной стромы снижено в сравнении с контролем в 5,6-8,3 раз. Среди морфофункциональных типов преобладают недегранулированные формы, а дегрануляция снижена в динамике наблюдения ($p<0,05$). Таким образом, при γ-облучении констатирована полная несостоятельность адаптивных и компенсаторно приспособительных механизмов слизистой оболочки тощей кишки, что соответствует литературным данными о клинической картине лучевого поражения.

В условиях комплексного применения модификаторов и γ-облучения выявлено истончение слизистой оболочки тощей кишки за счет снижения высоты ворсинок и глубины крипт ($p<0,05$). Ворсинки незначительно расширены в апикальной части. Эпителиоциты крипт кубической формы с округлым ядром. Ворсинки в нижней и средней части покрыты кубическим эпителием, на верхушке наблюдались призматические клетки, как правильной призматической формы, так и с вакуолизированной цитоплазмой и выбухающими ядрами. Толщина базальной мембраны снижена в сравнении с контролем. Целостность базальной мембраны и эпителиальной выстилки не нарушена. В криптах выявлена достоверная митотическая активность, количественно сниженная относительно контроля. В соединительнотканной строме слизистой оболочки незначительное расширение микроциркуляторного русла и его кровенаполнение. На фоне общего снижения числа тучных клеток, выявлено снижение дегранулированных форм с тенденцией к восстановлению к 72 часу, вакуолизированные клетки были повышены, но проявляли противоположную тенденцию к последнему сроку наблюдения ($p<0,05$). Модифицирующий эффект при комплексном применении электромагнитного излучения и гипоксической газовой смеси проявлялся тенденцией к активизации адаптивных механизмов, выражавшихся в перераспределении способа выведения биологически активных веществ тучными клетками, а также восстановлением слизистой оболочки тощей кишки в сравнении с однократным изолированным γ-облучением и за счет частичного восстановления высоты ворсинок и глубины крипт. О предпосылках к восстановлению гомеостатических процессов также

свидетельствует повышение числа митотических клеток и толщины базальной мембраны ($p<0,05$).

Таким образом, можно констатировать достоверный радиопротективный эффект комплексного применения выбранных модификаторов γ-облучения, с предпосылкой к развитию компенсаторно-приспособительных реакций и общего адаптационного ответа в условиях эксперимента.

БИОЭФФЕКТЫ ОБЕДНЕННОГО УРАНА В ПРОГНОСТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СОСТОЯНИЯ ОРГАНОВ ИНТЕСТИНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПО ГИСТОЭНЗИМАТИЧЕСКИМ КРИТЕРИЯМ

Е.Е. Иванова, З.А. Воронцова

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, РФ

Введение. Обедненный уран (ОУ) является важным побочным продуктом в процессе обогащения урана. Благодаря своему применению в гражданской, а также военной деятельности, ОУ является фактором, загрязняющим окружающую среду [2]. Внутреннее воздействие ОУ может происходить при приеме внутрь воды и пищи, загрязненной ОУ [3]. Было предложено несколько механизмов реализации токсичных эффектов ОУ: окислительный стресс, митохондриальная токсичность, апоптоз и воспаление [4]. Как известно, наиболее активно процессы всасывания происходят в тощей кишке, что обуславливает выбор объекта изучения.

Цель исследования. Изучение морфофункционального состояния слизистой оболочки тощей кишки спустя 1, 3 и 6 месяцев после воздействия, а также в более отдаленный период на основе статистического прогнозирования

Материалы и методы. Эксперимент проведен на биологических моделях – белых беспородных крысах-самцах в возрасте 4 мес, которых однократно поили водным раствором ОУ в дозе 0,01 мг/г массы крысы. Забор материала проводили спустя один, три и шесть месяцев. Микропрепараты изготавливали по стандартным методикам. Для гистохимического исследования использовали соответствующие субстраты. Качественную и

количественную оценку исследуемых параметров проводили с использованием бинокулярного микроскопа OPTIKA Serie DM-15&20, программы Image J 1.38x, а также пакета статистических функций на базе Excel, Statistika 22.0, SPSS.

При осуществлении процесса статистического прогнозирования был выбран максимальный срок тенденции 12 месяцев, т.к. он соответствует возрасту животных 16 месяцев. Для экстраполяции возраста крыс на продолжительность жизни человека была использована одна из методик О.А. Гелашвили [1], согласно которой, один день жизни крысы соответствует 52 дням жизни человека.

Результаты и их обсуждение. Результаты гистохимического исследования тощей кишки экспериментальных животных показали, что у контрольных крыс наблюдалась динамика плавного снижения активности щелочной фосфатазы (ЩФ) энтероцитов тощей кишки к десятимесячному возрасту, что, вероятно, обусловлено возрастными изменениями слизистой оболочки тощей кишки. Статистическая оценка прогноза динамики ЩФ выявила сохранение этого тренда.

В энтероцитах слизистой оболочки тощей кишки экспериментальных крыс ЩФ была выше контрольных показателей спустя один и три месяца после инкорпорирования ОУ. Спустя три месяца после воздействия, активность ЩФ была максимальна, а в шесть месяцев было выявлено снижение ее относительно контрольных значений. Статистическая оценка динамики активности ЩФ спустя девять и двенадцать месяцев выявила дальнейшее снижение всасывающей способности слизистой оболочки тощей кишки.

В нашем исследовании выявлялось снижение Г6ФДГ, прямо пропорциональное возрасту контрольных животных, как в эксперименте, так и при статистическом прогнозировании.

Спустя месяц после приема ОУ, активность глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (Г6ФДГ) была выше возрастного контроля, а в три месяца – резко снижалась, что свидетельствует о цитотоксичности ОУ. Однако, спустя шесть месяцев после употребления водного раствора ОУ наблюдалось повышение Г6ФДГ, следовательно, усилилась регенерация НАДФН в условиях пентозного цикла, что свидетельствует об активизации антиоксидантной защиты энтероцитов слизистой оболочки тощей кишки. Такая тенденция характерна и в прогнозе после воздействия ОУ.

Следовательно, нарушается окислительно-восстановительный гомеостаз слизистой оболочки тощей кишки, за счет снижения содержания глутатиона. Так как глутатион не всасывается в желудочно-кишечном тракте, вероятно, такая активность Г6ФДГ необходима для активизации системной антиоксидантной защиты от токсического воздействия ОУ.

У контрольных животных активность сукцинатдегидрогеназы (СДГ) была примерно одинакова в возрасте пять и десять месяцев. В возрасте семь месяцев было выявлено умеренное снижение активности этого фермента. Вероятно, это связано с тем, что дефицит СДГ присутствует даже в клетках, не содержащих дефектов ДНК, кодирующих активность системы ферментов СДГ, что обусловлено эпигенетической регуляцией снижения СДГ. Известно также, что у людей в возрасте 21-30 лет чаще, чем в остальные возрастные периоды, выявляются опухоли желудочно-кишечной локализации, ассоциированные с дефицитом СДГ. Следовательно, возраст 21-30 лет наиболее уязвим к дефициту СДГ. Возраст крысы семь месяцев примерно соответствует этому возрасту человека.

У крыс, подвергшихся воздействию ОУ, активность СДГ была выше контроля спустя один и три месяца. Через шесть месяцев после начала эксперимента активность СДГ была ниже контроля, причем, этот эффект сохранялся и спустя девять и двенадцать месяцев. В контроле прогностическая модель активности СДГ характеризовалась незначительным снижением СДГ, что связано с возрастными изменениями, проявившимися вакуолизацией митохондрий.

Динамика активности ЛДГ контрольных крыс была минимальна в пятимесячном возрасте, а в дальнейшие сроки характеризовалась резким увеличением к семи месяцам и снижением к десяти месяцам. Спустя один и три месяца после употребления ОУ активность ЛДГ выла ниже контроля, а в шесть месяцев – выше. Более выражена разница активности ЛДГ была при определении тенденции активности ЛДГ спустя девять и двенадцать месяцев.

Повышение ЛДГ свидетельствует о восприимчивости клеток к воздействию анаэробных или гипоксических условий, что приводит к нарушению продукции АТФ окислительным фосфорилированием и активизации альтернативного метаболизма в процессе энергопродукции.

Заключение. Таким образом, слизистая оболочка тощей кишки является чувствительной к однократному воздействию водного раствора оксидов ОУ как в отдаленные сроки наблюдения, так и в перспективе.

Список использованных источников:

1. Гелашвили О.А. Вариант периодизации биологически сходных стадий онтогенеза человека и крысы / О.А. Гелашвили // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2008. – №4. – С. 125-126.
2. Кудаева Э.Ф., Иванова Е.Е. Характеристика изменений в слизистой оболочке тощей кишки после воздействия обедненного урана Морфология. 2018. Т. 153. № 3. С. 155.
3. Морфофункциональная характеристика клеточных популяций органов с разной скоростью обновления в условиях отдаленных последствий постуранового инкорпорирования / Е.Е. Иванова, Э.Ф. Кудаева, В.В. Минасян, и др. // Молодежный инновационный вестник. – 2017. – Т. 6. – № 1. – С. 159-163.
4. A Review on Toxicodynamics of Depleted Uranium / F. Shaki, E. Zamani, A. Arjmand, J. Pourahmad // Iran J Pharm Res. – 2019. – №18. – P. 90-100. doi: 10.22037/ijpr.2020.113045.14085.

ОЦЕНКА СВЯЗИ ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНОВ СИСТЕМЫ РЕПЛИКАЦИИ ДНК С ЧАСТОТОЙ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

Д.С. Исубакова, А.В. Кирейкова, Т.В. Вишневская,
М.Ю. Цыпленкова, О.С. Цымбал, Е.В. Брониковская,
Н.В. Литвяков, И.В. Мильто, Р.М. Тахауов

ФГБУН СБН Центр ФМБА России, г. Северск, РФ

Ионизирующее излучение (ИИ) является неотъемлемой составляющей жизни современного человека, в частности, оно используется в науке, в медицине, в промышленности, в сельском хозяйстве и прочих сферах. В этой связи возрастает значение прогнозирования последствий облучения ИИ человека.

Установлено, что частота хромосомных аберраций (ХА), особенно кольцевых и дицентрических хромосом, может служить индикатором

повышенного уровня индивидуальной радиочувствительности организма и повышенного риска развития радиогенных заболеваний [1]. Структурные особенности генов, такие как олигонуклеотидные полиморфизмы (ОНП) и мутации, могут оказывать значительное влияние на клеточный ответ. Эти особенности генов могут повышать вероятность появления ХА, усиливая или подавляя экспрессию определённых генов, а также изменяя интенсивность ответной реакции клеток [2]. Одной из основных задач современной радиационной генетики является выявление и детальное исследование генов, отвечающих за повышенный уровень индивидуальной радиочувствительности (ИРЧ) организма человека. Тщательное изучение генетических основ ИРЧ, включая каталогизацию ключевых генов и их полиморфизмов, создаст возможность для разработки алгоритмов генетического тестирования людей, имеющих повышенную чувствительность к воздействию ИИ.

В качестве основных методов для выявления генетических маркеров в нашем исследовании применено генотипирование с использованием ДНК-чипов и цитогенетический анализ лимфоцитов крови. Для исследования была сформирована группа, состоящая из 95 работников объекта использования атомной энергии (ОИАЭ), подвергавшихся в ходе профессиональной деятельности долговременному внешнему облучению ИИ (γ-излучение) в диапазоне доз 100-500 мЗв.

В качестве биологического материала была использована цельная венозная кровь этих работников. Всем работникам ОИАЭ, включённым в исследование, был проведён стандартный цитогенетический анализ лимфоцитов крови с определением следующих типов ХА: дицентрические хромосомы, кольцевые хромосомы, хромосомные фрагменты, аберрантные клетки, полиплоидные клетки, мультиаберрантные клетки (более пяти ХА в одной клетке), хроматидные фрагменты, хроматидные обмены, транслокации. Анализ проводили с помощью программы Statistica 13.5.0.17 (StatSoft, США).

Соответствие распределения генотипов в выборке равновесию Харди-Вайнберга оценивали с помощью калькулятора Court lab HW calculator. Ассоциацию повышенного уровня ХА с ОНП оценивали для всех четырёх генотипических моделей (аддитивной, доминантной, рецессивной, сверхдоминантной) на каждый из исследуемых ОНП. Для установления значимости различий между выборками по частоте и спектру ХА использовали U-критерий Манна-Уитни ($p<0,05$) с поправкой Бонферрони.

В результате выполненного анализа с использованием ДНК-чипов у 95 работников ОИАЭ было выбрано 780 ОНП 62 генов системы репликации ДНК *(CDC6, CDC7, CDC16, CDC23, CDC26, CDC27, CDC45, CDK2, DBF4, DNTT, DNA2, EXO1, HUS1, MCM2, MCM3, MCM4, MCM5, MCM6, MCM7, MCM8, MCM9, MCM10, MCM3AP, ORC1, ORC2, ORC3, ORC4, ORC5, ORC6, POLA1, POLA2, POLB, POLD1, POLD2, POLE, POLE2, POLE3, POLE4, POLG, POLG2, POLH, POLI, POLK, POLN, POLQ, PRIM1, PRIM2, PRIMPOL, RAD18, RAD51, RAD9A, RAD9B, RBX1, REV1, REV3L, RFC1, RFC2, RFC3, RFC4, RFC5, RHNO1, UBA52)*.

При анализе отобранных 780 ОНП были исключены ОНП любого генотипа при n<5, и ОНП, не соответствующие равновесию Харди-Вайнберга. В результате из 780 ОНП в окончательный статистический анализ было включено 300 ОНП. Затем мы использовали статистические методы для изучения взаимосвязи 300 ОНП с частотой ХА. На основании вышеизложенного с учётом поправки Бонферрони была выявлена связь с более высокой частотой хроматидных фрагментов для 1 ОНП по рецессивной модели. Все остальные изученные типы ХА не продемонстрировали статистически значимых результатов.

Таким образом, с помощью генотипирования на ДНК-чипах был идентифицирован ОНП гена *POL (rs1381057*), который участвует в формировании ИРЧ соматических клеток человека. Полученные данные помогут быть использованы для создания тест-системы, выявляющей людей с повышенным уровнем ИРЧ.

Для подтверждения выявленных взаимосвязей необходимы дополнительные исследования с участием большего числа людей, которые подвергались долговременному профессиональному воздействию ИИ.

Список использованных источников:

1. Литвяков Н.В., Гончарик О.О., Межерицкий С.А. и др. Генетические аспекты развития злокачественных новообразований в условиях долговременного радиационного воздействия / под ред. проф. Р.М. Тахауова. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2009. 126 с.
2. Gorbunova V., Seluanov A. DNA double strand break repair, aging and the chromatin connection // Mutat Res. 2016. Vol. 788. pp. 2-6. DOI: 10.1016/j.mrfmmm.2016.02.004.

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ ПОСТРОЕНИЕ ВОКСЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЛАБОРАТОРНОГО ЖИВОТНОГО-ОПУХОЛЕНОСИТЕЛЯ

Я.В. Кизилова[1], А.Н. Соловьев[1,2], А.А. Касьянов[3]

[1]МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Обнинск, РФ
[2]ИАТЭ НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, РФ
[3]ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, г. Москва, РФ

Решение задач экспериментальной радиобиологии зачастую сопряжено с необходимостью разработки серий и групп моделей, каждая из которых предназначена для решения конкретной исследовательской задачи. В контексте комплексных исследований воздействия ионизирующих излучений работа с экспериментальными животными требует использования широкого спектра показателей. Одним из ключевых подходов является эквивалентное описание геометрии и морфологии исследуемого объекта, что позволяет адаптировать данные для использования в алгоритмических средах, таких как методы Монте-Карло.

Цель исследования заключалась в создании унифицированной эквивалентной воксельной модели лабораторного животного с имплантированной опухолью. Разработанная модель предназначена для применения в задачах Монте-Карло моделирования с использованием общепринятых алгоритмических средств.

Объектом исследования являлись самцы беспородных крыс с привитой модельной опухолью Саркома М-1. Обследование проводилось на 14-е сутки после трансплантации опухолевого узла.

В качестве источника объективных данных использовались медицинские изображения, полученные на компьютерном томографе (КТ) VECTOR 6 (MiLabs, Нидерланды) в режиме сканирования всего тела и в режиме «ультрафокус» на зону опухоли, а также на магнитно-резонансном томографе (МРТ) NanoScan 3T (Mediso, Венгрия), как в режиме томографии всего тела, так и зоны опухоли. Во время исследований животное находилось в состоянии наркоза, вызванном воздушной смесью 2% изофлурана.

Размер вокселя КТ томограммы всего тела составил 0,2 мм и 0,1 мм для томограммы в режиме «ультрафокус». МРТ-томограммы были получены в

режиме Fast Spin Echo T2W (FSE T2) и Inversion Recovery (IR), для последующей обработки также использовались реконструированные срезы в аксиальном и коронарном сечениях.

Все изображения были представлены в формате DICOM. Разработка программного обеспечения велась на языках C++ и Python. Для предварительной обработки изображений использовались пакеты DCMTK и pydicom. Для последующих эквивалентных преобразований применяли собственный программный код, оптимизированный с использованием библиотеки Boost, а также готовые пакеты numpy, scipy и pytorch. Для анализа промежуточных данных использовали собственные скрипты и библиотеку pandas. Для вывода дозиметрической информации о наблюдаемых дозах после моделирования транспорта излучения применяли собственный программный код, библиотеки matplotlib и plotly, а также готовое программное решение ROReview, входящее в состав комплекса нейтронной терапии на базе генератора НГ-24МТ (КНТ). Пример КТ-изображения представлен на рис. 1.

Рисунок 1 – КТ томограмма исследуемого животного в трех проекциях

Одной из основных задач исследований в области воздействия редко- и плотноионизирующих излучений является создание программно-алгоритмической базы для вычисления транспорта частиц излучения и поглощённых доз при их взаимодействии с веществом. При этом физические величины могут быть пересчитаны в ожидаемые показатели радиобиологического эффекта на ранних и отдалённых сроках наблюдения.

Однако информация о структурных изменениях, таких как морфологические изменения тканей или характерные особенности строения

(например, дифференциация между нормальной и жировой тканью), недоступна в рамках одного метода визуализации. Таким образом, основной программно-алгоритмической задачей при построении эквивалентной воксельной модели для последующего использования в симуляциях методом Монте-Карло является интеграция объективных данных, полученных разнородными методами.

На текущий момент были решены задачи по автоматическому слиянию границ КТ и МРТ изображений. Проводятся работы по созданию методов деформируемой ко-регистрации, а также по улучшению преобразований материальных составов вокселей в зависимости от характеристик тканей и органов. Кроме того, ведутся исследования по интеграции собственной модели лабораторного животного, созданного на основе известной модели Brazilian Mice, с целью сегментации структур организма на основе атласов.

Таким образом, можно заключить, что все задачи, поставленные на данном этапе работы, выполнены. Созданное программно-алгоритмическое обеспечение позволяет оперативно формировать воксельную карту распределения плотностей на основе КТ-снимков с дополнительным выделением контрастных МРТ-структур посредством жёсткой регистрации изображений. Воксельная карта в дальнейшем может быть использована в работе систем дозно-анатомического планирования, таких как КНТ, комплекс протонной терапии КПТ «Прометеус», или других доступных средств математического моделирования. Будущие работы будут направлены на существенное улучшение процедуры преобразования материальных составов исследуемых объектов.

ОСОБЕННОСТИ ЭНДОКРИННЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ В УСЛОВИИ МОДИФИКАЦИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЛУЧЕНИЯ

В.В. Логачева

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г. Воронеж, РФ

Актуальность проведенных исследований определена выявлением неспецифических механизмов повышения резистентности и решением практических вопросов, связанных с защитой человека от ионизирующего облучения. Применение кратковременной нормобарической гипоксии

повышает толерантность органов и тканей к повреждающему действию факторов, в том числе и ионизирующему излучению, что позволяет использовать этот фактор в качестве естественного модификатора. В формировании ответной реакции организма на воздействие ионизирующего излучения принимает участие весь эндокринный комплекс. Иерархический принцип организации эндокринной системы обеспечивает взаимодействие ее звеньев и формирование интегративного ответа на действие повреждающего фактора, что способствует развитию защитно-приспособительных реакций организма. По литературным данным известно, что гормоны крупноклеточных ядер гипоталамуса регулируют функции периферических желез, а в условиях стресса стимулируют секреторную активность щитовидной железы. Тучные клетки стромы, являющиеся одиночными клетками эндокринной системы, влияют на состояние гистогематических барьеров и участвуют в регуляции тканевого гомеостаза, а также регулируют интенсивность поступления гормонов щитовидной железы в кровь в экстремальной ситуации.

В эксперименте изучали морфофункциональное состояние гипоталамуса и щитовидной железы, представляющих регуляторную систему организма, в условиях модификации ионизирующего излучения (ИИ) применения кратковременной нормобарической гипоксии (ГГС). Экспериментальная модель представлена 150 белыми крысами-самцами массой 280-300 г. В соответствии с планом эксперимента животных распределили на группы согласно факторам воздействия и временной динамики. Крысы биологического контроля составили первую группу. Во второй и третьей группах крыс подвергали однократному воздействию γ-излучения в поглощенных дозах 0,5 и 10 Гр. Крыс четвертой группы помещали в специальные камеры, в которые подавалась гипоксическая газовая смесь (8% O_2 и 92% N_2 – ГГС-8). Крысы остальных экспериментальных групп (5-8) испытывали комбинированное воздействие ГГС и ИИ. Гипоталамус и щитовидную железу фиксировали в жидкости Буэна, стандартно обрабатывали и заливали в парафин. Морфофункциональное состояние гипоталамуса оценивали по соотношению нейросекреторных клеток (НСК) супраоптического ядра (СОЯ) и паравентрикулярного ядра (ПВЯ) крупноклеточных ядер гипоталамуса (КЯГ) при окраске по Гомори. На парафиновых срезах, окрашенных гематоксилином-эозином, оценивали морфофункциональное состояние ЩЖ по диаметру фолликулов и высоте тиреоцитов. По степени йодирования аминокислот коллоида определяли

активность гормонопоэза. Подсчитывали фолликулы, содержащие в коллоиде йодированные аминокислоты, частично йодированные, нейодированные, а также «опустошённые» фолликулы, являющиеся показателем гормоновыведения.

Общее число тучных клеток и их морфофункциональные типы выявляли с использованием окраски основным коричневым. Учитывая неоднородность распределения тучных клеток в строме, был проведён статистический анализ с учетом их локализации: парафолликулярные тучные клетки, прилежащие к эпителию фолликулов и регулирующие активность гормонообразования, выявляли при окраске сафранином (Хрипков И.С., 2004). Интерфолликулярные тучные клетки, располагающиеся вокруг капилляров в межфолликулярной строме и регулирующие тканевый гомеостаза, были определены с использованием метода окраски Унна (Хрипков И.С., 2004).

Сравнивая результаты реагирования КЯГ и ЩЖ в группе предварительного применения ГГС и γ-облучения в дозе 0,5 Гр была выявлена активизация нейросекреторной активности КЯГ за счет увеличения численности активных форм НСК (1А, 1Б типов) и нивелировании возросшего, под влиянием радиации, числа дегенеративных нейронов (3 типа). В ЩЖ только в начальные сроки наблюдения отмечались признаки функциональной активности, о чем свидетельствовали: достоверное повышение высоты тиреоидного эпителия и уменьшение диаметра фолликулов. Содержание йодированных аминокислот в коллоиде фолликулов незначительно превышало контрольные значения на протяжении всего исследования, что очевидно связано с модификацией ответа при комбинированном применении факторов, приводящих секреторные клетки в состояние функциональной готовности. В строме ЩЖ, при несущественном увеличении общего числа тучных клеток (ОЧТК), особенности перераспределения по топографическому признаку их морфофункциональных типов происходило с увеличением числа парафолликулярных тучных клеток, среди которых дегранулированные типы превышали контрольные значения во все сроки наблюдения, с наибольшей выраженностью показателей к третьим суткам в 2 раза, за счет снижения числа недегранулированных типов (НДГ) ($p<0,05$).

С повышением дозы радиации до 10 Гр эффект предварительного применения ГГС проявлялся разнонаправленностью реагирования НСК СОЯ и ПВЯ, на что указывало снижение функциональной активности в СОЯ и

стимуляции в первые часы после воздействия в ПВЯ, относительно раздельного применения факторов, однако с пятого часа эксперимента отмечалось торможение синтеза нейросекрета и его депонирование. В ЩЖ при гипертрофии тиреоидного эпителия определялось незначительное угнетение гормонообразования на фоне усиленного гормоновыведения. ОЧТК в строме ЩЖ соответствовало контрольным значениям во все сроки наблюдения и только в начальные сроки после воздействия факторов было выявлено достоверное увеличение парафолликулярных дегранулированных типов тучных клеток, на фоне снижения недегранулированных.

Выводы. По результатам проведенного исследования было установлено, что в условиях модификации эффектов ионизирующего излучения с дозой 0,5 Гр предварительным применением ГГС, изменения секреторной активности нейросекреторных клеток гипоталамуса и фолликулярных клеток щитовидной железы имели обратимый характер и отражали адаптационные возможности желез. При модификации излучения с дозой 10 Гр установлена скоординированность реагирования нейросекреторных клеток ПВЯ и фолликулярных клеток щитовидной железы. По всей видимости, применение ГГС опосредованно активизировало нейросекреторные клетки ПВЯ, осуществляющих регуляцию гормонообразования в щитовидной железе, эффективность которой зависела от количества парафолликулярных дегранулированных тучных клеток стромы.

ФОРМИРОВАНИЕ ВОКСЕЛЬНОГО ФАНТОМА КРОЛИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ РАДИОБИОЛОГИИ

Л.Ю. Мершин, В.А. Брунчуков, В.Ю. Соловьев

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

При проведении радиобиологических исследований на средних и крупных лабораторных животных весьма актуальной является задача дозиметрического сопровождения экспериментов. Определенные проблемы ее решения возникают при необходимости проведения облучения животного в непосредственной близости к источнику излучения, что неминуемо приводит

к крайне неравномерному по телу облучению. Одним из способов оценки распределения дозы по телу облучаемого биообъекта является компьютерное моделирование методом Монте-Карло с использованием характеристик поля излучения облучательных установок и математического образа т.н. воксельного (ячеистого) фантома.

Для создания математического образа воксельного фантома была снята томограмма кролика породы «Советская шиншилла» стандартного веса (4,5 кг). В результате был собран комплект цифровых образов сечений экспонируемого животного. Формирование трехмерного образа воксельного фантома осуществлялось путем сочленения отдельных фрагментов скелета и органов животного (рис. 1). Полный математический образ воксельного фантома кролика состоит из более 9 млн (119×209×372) вокселей (ячеек) размером 5,0×0,63×0,63 мм. Каждая ячейка несет в себе номер органа, к которому она принадлежит, а каждому органу соответствует свой материал (ткань), обозначающий содержимое этой ячейки, а также объемную плотность материала. Ячейки, не принадлежащие к фантому, заполнены воздухом. Распределение красного костного мозга по скелету кролика сгенерировано путем переноса данных с подобного распределения, приведенного в работе [1] для собак, используя принцип подобия.

Рисунок 1 – Математический фантом кролика

Воксельный фантом кролика использовался при подготовке к проведению радиобиологических экспериментов на двух облучательных установках: генераторе 14,1 МэВ нейтронов НГ-24 с номинальным выходом $1{,}0 \cdot 10^{11}$ н/с и установке генерации импульсного тормозного фотонного излучения на базе импульсного линейного ускорителя электронов ИЛУ-14 с

конвертером. Облучение кроликов на установке НГ-24 предполагалось осуществлять при положении источника сверху относительно тела животного в геометрии непосредственной близости спины животного к источнику излучения. На установке ИЛУ-14 облучение предполагалось осуществлять в положении животного левым боком к источнику.

Расчеты произведены с использованием программы «РадБиоФантом» [2] с заданием характеристик поля излучения источников и фиксации позы и положения животного относительно источника в трехмерной геометрии. Точность подготовки исходных данных для расчета контролировалась путем визуализации подготовленных файлов в трехмерную картину расположения фантома животного в рабочей зоне излучения соответствующей установки. Рассчитывалось распределение дозы по телу животного и, в частности, ячейкам фантома (в соответствующих костях скелета), содержащих красный костный мозг (ККМ). Следующим этапом было инвертирование полученных результатов в распределение массы ККМ по дозе. Один из вариантов расчета для двух установок представлен на рис. 2. Из рисунка, в частности, видно, что степень неравномерности облучения массы ККМ по дозе в поле излучения нейтронного генератора НГ-24 значительно выше соответствующего распределения в поле фотонного излучения установки ИЛУ-14.

Рисунок 2 – Рассчитанное распределение массы красного костного мозга (ККМ) по дозе для кроликов, облученных в полях нейтронного (14,1 МэВ) излучения генератора НГ-24 и импульсного тормозного фотонного излучения на установке ИЛУ-14

Из распределения массы костного мозга по дозе вычисляется средняя доля выживших стволовых клеток с использованием достаточно хорошо известных кривых их выживаемости с учетом принципиального различия формы дозовой зависимости для облучения фотонным излучением (кривая с «плечом») и нейтронным излучением (кривая «без плеча»). Далее, по общим правилам, оценивается «средняя доля выживших стволовых клеток», которая может служить характеристикой степени тяжести радиационного поражения при костномозговом синдроме. Такой алгоритм может, в частности, ориентируясь на полученные экспериментальные данные при изолированном воздействии фотонного и нейтронного излучений, осуществлять прогноз выживаемости лабораторных животных при сочетанном воздействии гамма-нейтронного излучения.

Разработанная технология может быть использована при проведении радиобиологических экспериментов на средних и крупных лабораторных животных.

Список использованных источников:

1. Rowe JA, Morandi F, Osborne DR, et al. Relative skeletal distribution of proliferating marrow in the adult dog determined using 3′-deoxy-3′-[18F]fluorothymidine. Anat Histol Embryol. 2019; 48: 46–52. DOI: https://doi.org/10.1111/ahe.12410.
2. Л.Ю. Мершин, В.Ю. Соловьев. «РадБиоФантом» (Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022682506 от 23.11.2022 г.).

РОЛЬ ИСКУССТВЕННЫХ БИОСУБСТРАТОВ В РАЗРАБОТКЕ БИОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

С.Н. Павлова, Н.П. Поцяпун,
Е.Ю. Максимова, О.С. Баженова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Оценка поступления техногенных альфа-радионуклидов в организм человека, таких как, изотопы урана, плутония, америция, осуществляется в ходе индивидуального биофизического обследования при использовании косвенных методов дозиметрии, включающих исследования содержания

радионуклидов в пробах биологического материала (моча, кал, мазки из носа и др.) и последующую оценку ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения в соответствии с требованиями нормативных документов [1].

Наиболее информативным биосубстратом при ингаляционном или пероральном поступлении альфа-радионуклидов является кал. Измерение активности в моче является менее информативным методом в случае поступления альфа- и бета-излучающих радионуклидов в организм, чем измерение активности в кале, поскольку лишь малая доля от общего количества радионуклидов, поступивших ингаляционным или пероральным путем, выводится с мочой [2].

Однако радиохимический анализ мочи обычно используется для экспрессных оценок и считается более простым в плане сбора и обработки образцов. Радиохимический анализ проб кала является наиболее чувствительным методом получения аналитических данных для определения общей дозовой нагрузки на организм большинства инкорпорированных радионуклидов [3].

Для разработки новых методик исследований содержания радионуклидов в биосубстратах, при проведении экспериментов и тестировании оборудования в международном сообществе предпочитают использовать искусственно приготовленные (синтезированные) биосубстраты. Процедуры приготовления проб искусственного кала или мочи должны быть максимально универсальными в отношении состава и количества ожидаемой пробы.

В литературе встречаются несколько рецептур приготовления искусственного кала. Чаще всего встречаются три рецепта.

Для первого рецепта (рецепт № 1), полученного Национальным институтом стандартов и технологий Соединенных Штатов (NIST) [4], необходимое количество реактивов в сухой форме тщательно перемешивали в стакане, добавляли жидкие реактивы, воду и арахисовое масло, перемешивали и оставляли в прохладном месте на 24 часа для дегазации (общий вес приготовленной по данному рецепту пробы искусственного кала 101,5 г). Готовый образец хранили в холодильнике до его использования в течение недели.

Другой вариант искусственной матрицы кала (рецепт № 2), согласно опубликованным данным [5], отличается от рецепта № 1 наличием в составе гидроксида кальция в количестве 0,97 г, отсутствием желатина и добавлением 20 г дистиллированной воды вместо 65 г (общий вес приготовленной по данному рецепту пробы искусственного кала 50 г).

Представленные выше составы искусственного кала по рецепту № 1 и рецепту № 2 не содержат кремний, тогда как кремний является питательным веществом и играет важную роль в формировании костей. Основным источником кремния для человека является пища. Кремний в природе встречается в пищевых продуктах в виде диоксида кремния (фитолитов) и большая его часть выводится с калом. В этой связи, группой исследователей [6] был модифицирован состав искусственного кала (рецепт № 3) и включен в него 70 мг кремния на 100 г синтетического кала.

Следует учитывать, что высокие уровни кремния, обнаруженные в некоторых реальных пробах кала, были основной причиной неудачного радиохимического анализа, поскольку коллоидный кремний мог образовываться в приготовленном растворе образца кала и «засорять» экстракционно-хроматографические колонки, используемые для разделения радионуклидов [6].

Рекомендуется [7] для проведения исследований по определению содержания радионуклидов в пробах искусственного кала выбирать объем пробы 100 г, поскольку суточная норма выведения каловых масс соответствует примерно 150 г для взрослых мужчин и 120 г для взрослых женщин [10].

В литературе описывают разные методы приготовления искусственной мочи, но все они отличаются разным количеством компонентов, а также различным pH мочи [8]. В рецептуре мочи содержится мочевина, вода, а также соли, которые присутствуют в моче человека (хлорид натрия; хлорид калия; дигидрофосфат натрия и т.д.).

Рекомендуется для проведения исследований по определению содержания радионуклидов в пробах искусственной мочи выбирать объем пробы 1000 мл [9], поскольку суточная норма составляет 1000-2000 мл для мужчин, 1000-1600 мл для женщин [10].

Таким образом, представленный обзор существующих методов приготовления (синтезирования) проб искусственных биосубстратов позволяет рассматривать несколько рецептур его приготовления в зависимости от возможностей и условий биофизических методов исследований содержания альфа-излучающих радионуклидов в организме.

Список использованных источников:

1. Дозиметрический контроль профессионального внутреннего облучения. Общие требования. Методические указания МУ 2.6.1.065-14. Москва, 2014.

2. Seokwon Y., Wi-Ho H., Sunhoo P., Young-woo J., Jung-min K. Improved procedure for Pu/Am, and U isotope analysis in fecal samples// Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2018 vol. 316. № 3. p. 1151–1155.
3. Sill D.S. , Bohrer S.E. // Radioact. Radiochem. 2000 vol.11 №3 p.28.
4. Kenneth I.// National Institute of Standartds and Technology, personal communication 2007.
5. Besik F. Waste Water Reclamation in a Closed System// Water and Sewage Works 1971 vol.188. №7. p. 213-220.
6. Gagne´ A., Surette J., Kramer-Tremblay S., Dai X., Didychuk C., Larivie`r D. A bioassay method for americium and curium in feces// J. Radioanal Nucl Chem 2013, vol.295. p. 477-482.
7. International Commission on Radiological Protection (ICRP) Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: reference.
8. Brian Shmaefsky Artificial Urine for Laboratory Testing// The American Biology Teacher 1990 vol.52 №3 p. 170-172.
9. Low A. Preparation of Artificial Urine. 2023// https://dx.doi.org/10.17504/protocols.io.kxygx3exzg8j/v1.
10. Основные анатомические и физиологические данные для использования в радиационной безопасности: референтные значения. Публикация МКРЗ 89: Пер. с англ. Т. Д. Кузьминой; под ред. И. Б. Кеирим-Маркуса – М.: Медкнига, 2007.

ПОСТРАДИАЦИОННОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ В НОРМАЛЬНЫХ И ОПУХОЕЛВЫХ КЛЕТКАХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ ПРИ ОДНОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НЕЙТРОННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

А.А. Пичкунова[1], Е.В. Корякина[1], М.В. Трошина[1], В.И. Потетня[1], В.О. Сабуров[1], С.Н. Корякин[1,2]

[1]МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Обнинск, РФ
[2]ИАТЭ НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, РФ

Успех лечения зависит от ряда факторов, среди которых, помимо аппаратного оснащения и рационального плана лечения, важную роль играет

исходная радиорезистентность опухолевых клеток, которая зачастую обусловлена гипоксией новообразования. К сожалению, доля радиорезистентных опухолей увеличивается с каждым годом, что приводит к необходимости разработки новых схем облучения с применением плотноионизирующих излучений. Данное обстоятельство возвращает интерес к нейтронам, как к бусту для редкоионизирующих излучений в схемах сочетанной терапии. В частности, в МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России идут работы по созданию терапевтического комплекса «Нейтроникс» на базе нейтронного генератора НГ-24МТ. Для разработки схем сочетанного воздействия необходимо детальное излучение реакции опухолевых и нормальных клеток на воздействие нейтронов.

Цель данной работы состояла в исследовании динамики восстановления повреждений, индуцированных однократным воздействием нейтронного излучения, в нормальных и опухолевых клетках китайского хомячка.

Опыты с воздействием нейтронного излучения выполнены на компактном нейтронном генераторе НГ-24МТ (ФГУП ВНИИА им. Н.Л. Духова, г. Москва), расположенном в МРНЦ им. А.Ф. Цыба, г. Обнинск. Средняя энергия нейтронов составила 14,75 МэВ. В исследовании использовали нормальную (V-79) и опухолевую (B140-150) фибробластоподные линии клеток китайского хомячка. Культивирование клеток проводили стандартными методами. Облучение клеток производили в стеклянных флаконах Карелля для создания условий равновесия вторичных заряженных частиц после достижения культурой стационарной фазы роста в дозе 6 Гр. После облучения клетки выдерживали в течение 0-25 ч при 37°, затем высевали на чашки Петри и инкубировали 7-8 дней до формирования видимых невооруженным глазом колоний. Кривые восстановления повреждений в клетках описывали с помощью трехпараметрической функции экспоненциального роста.

При исследовании пострадиационного восстановления повреждений, индуцированных в клетках однократным воздействием нейтронов, были установлены схожие закономерности протекания процессов, как в нормальных, так и в опухолевых клетках. Период полувосстановления для нормальных клеток составил ~1,5 ч, для опухолевых ~1 ч. При этом уровень выживаемости за счет пострадиационного восстановления облученных клеток увеличивался в 2,45 и 2,26 раз для V-79 и B140-150 соответственно. Полностью процессы восстановления завершались к 4-5 ч после облучения.

Следует отметить, что при облучении клеток нейтронами в условиях протонного равновесия около ~70% дозы обусловлено редкоионизирующими вторичным протонами и только ~30% – тяжелыми заряженными частицами с высокими ЛПЭ, что, возможно, и обуславливает успешное протекание процессов пострадиационного восстановления.

Полученные закономерности позволяют учитывать процессы репарации при выборе схем фракционирования и разработке режимов сочетанной терапии на комплексе «Нейтроникс». Следует принять во внимание, что для повышения эффективности сочетанной терапии следует по возможности уменьшать временной интервал между облучениями.

РАЗВИТИЕ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОЙ ГОТОВНОСТИ И ОПЕРАТИВНОГО РЕАГИРОВАНИЯ В РОССИИ

А.Р. Тахауов

ФГБУН СБН Центр ФМБА России, г. Северск, РФ

В условиях снижения масштаба последствий чрезвычайных радиационных ситуаций ключевое значение имеют медико-санитарные мероприятия. Дальнейшее развитие региональной системы аварийного медицинского реагирования существенно увеличивает скорость принятия решений и выполнения практических задач в зависимости от текущей обстановки.

Широкое использование источников ионизирующего излучения во многих сферах человеческой деятельности оказывает значительное влияние на технические меры безопасности, качество проектирования радиационно опасных объектов (РОО) и компетентность обслуживающего персонала РОО. Проведение этих мероприятий значительно снижает вероятность внештатных радиационных ситуаций и радиационных аварий (ВРСиРА) и масштабы их медико-санитарных и эколого-социальных последствий, однако полностью исключить возможность их возникновения невозможно. С начала становления РОО по 2010 г. на территории СССР, а в дальнейшем и на территории

Российской Федерации зарегистрировано 355 ВРСиРА, которые привели к облучению людей. Наиболее значимыми по медико-санитарным и эколого-социальным последствиям являются аварии на атомных электростанциях (АЭС).

Несмотря на то, что согласно требованиям к проектированию и эксплуатации АЭС вероятность аварии с расплавлением активной зоны должна составлять $5 \cdot 10^{-5}$, за период наблюдения произошло три таких аварии: в 1979 г. на АЭС "Tree Mile Island", в 1986 г. на Чернобыльской АЭС и в 2011 г. на АЭС "Фукусима-1".

Сохранение жизни и здоровья населения в случае ВРСиРА является ключевой государственной задачей, что определяет приоритетность медико-санитарных мероприятий в единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС), созданной для решения организационных, технических, медицинских и других задач минимизации последствий ВРСиРА. В системе аварийного медицинского реагирования при ВРСиРА ведущая роль принадлежит ФМБА России, МЧС России, и Госкопорации "Росатом", которые в рамках РСЧС реализуют свои задачи через функциональные подсистемы Всероссийской службы медицины катастроф (ВСМК) и медико-санитарной помощи пострадавшим в чрезвычайных ситуациях в организациях (на объектах), находящихся в ведении МЧС России и ФМБА России. Одним из направлений оптимизации медицинского обеспечения при ВРСиРА является развитие регионального уровня реагирования, что позволяет повысить своевременность и обоснованность принимаемых решений.

В ФМБА России для этих целей в 1999 г. на базе Государственного научного центра – Института биофизики им. А.И. Бурназяна был создан аварийный медицинский радиационно-дозиметрический центр (АМРЦ). Дальнейшая деятельность АМРЦ продемонстрировала необходимость создания специализированных подразделений для комплексного обеспечения, экспертной аналитики и практической поддержки учреждений, занимающихся ликвидацией медико-санитарных последствий радиационных аварий. Одним из ключевых направлений в решении проблемы минимизации последствий ВРСиРА является повышение оперативности принятия решений и выполнения практических задач в зависимости от текущей ситуации. В соответствии с

действующим законодательством Российской Федерации меры аварийного реагирования на ВРСиРА локального или регионального масштаба принимаются на локальном или региональном уровнях.

В целях повышения эффективности профилактических и защитных мероприятий при ВРСиРА в соответствии с приказом руководителя ФМБА России созданы:

– на базе ФГБУН НИИ ПММ ФМБА России – Северо-Западный региональный аварийный медико-дозиметрический центр;

– на базе ФГБУН ЮУрИБФ ФМБА России – Уральский региональный аварийный медико-дозиметрический центр (ЮУрАМДЦ).

На территории Сибирского федерального округа (СФО) расположены и функционируют восемь РОО. Несмотря на наличие расположенных в городах СФО четырёх медицинских организаций, работники которых могут быть привлечены к оказанию помощи пострадавшим в результате возникновения на них ВРСиРА, для оперативного медико-санитарного реагирования на возможные ВРСиРА следует рассмотреть целесообразность создания в СФО регионального аварийного медицинского дозиметрического центра (РАМДЦ) "Сибирский". Главной целью деятельности этого центра будет организация своевременного и высокоэффективного реагирования при ВРСиРА с зоной ответственности, определяющейся наличием и функционированием военных, промышленных и научных предприятий, применяющих в своей деятельности источники ионизирующего излучения, а также последствиями их эксплуатации и имевшими место ВРСиРА.

Создание в ЗАТО Северск РАМДЦ "Сибирский" на базе ФГБУН СБН Центр ФМБА России позволит в случае возникновения ВРСиРА в кратчайшие сроки приступить к оказанию квалифицированной экстренной, неотложной и специализированной, в т.ч. высокотехнологичной, медицинской помощи с проведением необходимых (и в требуемом объёме) медико-санитарных мероприятий по ликвидации и минимизации медико-санитарных последствий, в т. Пичкуновач. деконтаминации радиоактивных веществ и их комбинаций при наружном или внутреннем поступлении в организм человека.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОБЭ ОТ ЛПЭ ИЗЛУЧЕНИЯ В ПУЧКЕ ИОНОВ УГЛЕРОДА И ПРОТОНОВ НА НОРМАЛЬНЫХ И ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТКАХ КИТАЙСКОГО ХОМЯЧКА

М.В. Трошина[1,2], Е.В. Корякина[1], В.И. Потетня[1], А.Н. Соловьев[1,3], В.О. Сабуров[1], А.А. Лычагин[1], В.А. Пикалов[4], С.Н. Корякин[1,3]

[1]МРНЦ им. А. Цыба – филиал «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Обнинск, РФ
[2]РУДН, г. Москва, РФ
[3] ИАТЭ НИЯУ МИФИ, г. Обнинск, РФ
[4] ФГБУ «ИФВЭ имени А.А. Логунова НИЦ «Курчатовский институт», г. Протвино, РФ

Использование ускоренных заряженных частиц в лучевой терапии позволяет достигать высокого градиента доз между облучаемым объемом и окружающими тканями. Кроме того, высокие значения биологической эффективности, характерные для тяжелых ионов, являются более эффективными в случае радиорезистентных типов опухолей. Однако, как при разработке системы планирования ионной терапии, так и при планировании облучения, необходимо учитывать изменяющиеся величины относительной биологической эффективности (ОБЭ), зависящей от линейной передачи энергии (ЛПЭ) излучения [1].

Целью работы было исследование зависимости ОБЭ от ЛПЭ излучения, формируемого на разных глубинах водного фантома ускоренными ионами углерода и протонами.

Исследование проводили на нормальной (V-79, фибробласты легкого) и опухолевой (B14-150, фибросаркома) клеточных линиях китайского хомячка в стационарной фазе роста культуры. Облучение ионами углерода ($E(^{12}C)$=400-450 МэВ/н) проводили в Центре коллективного пользования Института физики высоких энергий (г. Протвино) [2], протонами – на комплексе протонной терапии «Прометеус» (АО «Протом»). Биологические эффекты оценивали по выживаемости (колониеобразующей способности) клеток V-79 и B14-150 [3] и по индукции аберраций хромосом в клетках B14-150. Клеточные монослои облучали как в моноэнергетическом пучке ионов

углерода (начальная часть кривой Брэгга (~10-12 кэВ/мкм), пик Брэгга (~120-140 кэВ/мкм) и область за пиком (~20-25 кэВ/мкм)), так и в модифицированном пике Брэгга шириной ~30 мм, где были выбраны три позиции: проксимальная часть (~37-41 кэВ/мкм), центр (~53-55 кэВ/мкм) и дистальный край (~91-107 кэВ/мкм). Облучение сканирующим пучком протонов также проводили в начале пробега частиц и в центре расширенного пика Брэгга, значения ЛПЭ при этом соответствовали ~5 кэВ/мкм.

Коэффициенты ОБЭ вычисляли из дозовых зависимостей доли выживших клеток при уровне выживаемости клеток 10%, и при уровне, соответствующем дозе 2 Гр γ-излучения ^{60}Co. При определении ОБЭ из результатов цитогенетических исследований рассматривали уровни эффекта, соответствующие индукции 1 аберрации хромосом (АХ) на клетку, а также 2 Гр γ-излучения ^{60}Co. Полученная зависимость ОБЭ от ЛПЭ ускоренных ионов ^{12}C и протонов для обеих клеточных линий представлена на рис. 1 (поскольку коэффициенты ОБЭ получены для разных уровней эффекта, информация об этом и о типе частиц вынесена в легенду для удобства восприятия).

Рисунок 1 – Зависимость коэффициентов ОБЭ, полученных при разных уровнях эффекта для клеточных линий V-79 и B14-150 после облучения протонами (p) и ионами углерода (^{12}C), от ЛПЭ исследуемых видов излучений

Хорошо видно, что проявляется классическая зависимость ОБЭ-ЛПЭ, при которой значения коэффициентов ОБЭ повышаются и достигают максимума к 100-150 кэВ/мкм [1], а затем снижаются при более высоких ЛПЭ. При этом величины ОБЭ даже для одной клеточной линии, но определенные при разном уровне эффекта, имеют существенную вариабельность, особенно заметную при увеличении ЛПЭ.

В целом, хотя для клеточной линии B14-150 не удалось найти данных об исследовании биологической эффективности, полученных другими исследовательскими группами, результаты для линии V-79 согласуются с данными других работ [4, 5].

Список использованных источников:

1. Loeffler, J.S. Charged particle therapy—optimization, challenges and future directions / J.S. Loeffler, M. Durante // Nature Reviews Clinical Oncology. – 2013. – V.10. – № 7. – PP. 411-424.
2. Pikalov, V.A. The Results Obtained on "Radiobiological Stand" Facility, Working with the Extracted Carbon Ion Beam of the U-70 Accelerator / V.A. Pikalov, Y.M. Antipov, A.V. Maximov, V.A. Kalinin, A. Koshelev, A.P. Soldatov, M.K. Polkovnikov, M.P. Ovsienko, A.G. Alexeev // The 27-th Russian Particle Accelerator Conference (RuPAC'21), Alushta, Crimea, september 26-october 2, 2021. Proceedings. – 2021. – P. 124-126.
3. Корякина, Е.В. Сравнение биологической эффективности ускоренных ионов углерода и тяжелых ядер отдачи на клетках китайского хомячка / Е.В. Корякина, В.И. Потетня, М.В. Трошина, М.Н. Ефимова, Р.М. Байкузина, С.Н. Корякин, А.А. Лычагин, В.А. Пикалов, С.Е. Ульяненко // Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра. – 2019. – Т. 28. № 3. – С. 96-106.
4. Belli, M. Effectiveness of Monoenergetic and Spread-Out Bragg Peak Carbon-Ions for Inactivation of Various Normal and Tumour Human Cell Lines / M. Belli // Journal of Radiation Research. – 2008. – V. 49. – № 6. – PP. 597-607.
5. Aoki, M. LET Dependency of Heavy-ion Induced Apoptosis in V79 Cells / M. Aoki, Y. Furusawa, T. Yamada // Journal of Radiation Research. – 2000. – V. 41. – № 2. – PP. 163-175.

ЧАСТОТА ХРОМОСОМНЫХ АБЕРРАЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ КРОВИ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

О.С. Цымбал[1], Т.В. Вишневская[1], Е.В. Брониковская[1], М.Ю. Цыпленкова[1], Д.С. Исубакова[1], Н.В. Литвяков[1,2], И.В. Мильто[1,3], Р.М. Тахауов[1,3]

[1]ФГБУН СБН Центр ФМБА России, г. Северск, РФ
[2]Томский НИМЦ РАН, г. Томск, РФ
[3]ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, РФ

Воздействие ионизирующего излучения (ИИ) на организм человека широко распространено в современном мире: в производстве и технике, научной и медицинской сферах, оборонной промышленности. Изучение влияния радиационного фактора на организм человека является актуальной задачей современной радиобиологии. Общепринятым методом оценки радиационного воздействия, сопровождающегося повреждением структуры ДНК (одно- и двухцепочечные разрывы), является анализ частоты хромосомных аберраций (ХА) в лимфоцитах крови.

Цель настоящего исследования – оценка типов и частоты ХА лимфоцитов крови у персонала объекта использования атомной энергии, подвергавшегося хроническому облучению ИИ (γ-излучение).

Материал и методы. Исследование включало персонал объекта использования атомной энергии, который не подвергался (группа контроля, n=59) и подвергался (группа исследования, n=271) внешнему облучению ИИ (γ-излучение) в дозах от 10 до 836 мЗв в ходе профессиональной деятельности. Доноры обеих групп не имели в анамнезе злокачественных новообразований и инфаркта миокарда.

Частоту ХА оценивали с использованием стандартного (рутинного) цитогенетического метода анализа лимфоцитов крови. Цитогенетические препараты окрашивали красителем Гимза (ПанЭко, Россия), микроскопирование проводили на микроскопе Leica DM2500 (Leica, Германия) при увеличении x1000. У каждого донора анализировали не менее 300 метафазных пластинок. Учитывали число аберрантных клеток, хроматидных фрагментов (ацентрические одиночные фрагменты), хромосомных фрагментов (ацентрические парные фрагменты), хроматидных

обменов (фигуры типа "крест"), кольцевых и дицентрических хромосом. Частоту каждого типа ХА рассчитывали на 100 клеток (метафазных пластинок).

Математическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica 8.0 (StatSoft, США). Расчеты выполняли с применением непараметрических тестов: U-критерий Манна-Уитни, коэффициент корреляции Спирмена (Spearman R). Статистически значимыми считали различия при значении $p<0,05$.

Результаты. Анализ частоты ХА показал гендерные различия по числу аберрантных клеток и частоте хромосомных фрагментов в обеих группах, а по частоте хроматидных фрагментов и дицентрических хромосом только в группе исследования. В группе исследования в одинаковом диапазоне доз (от 10 до 190 мЗв) у мужчин и женщин наблюдали снижение частоты аберрантных клеток ($p=0,009$) и дицентрических хромосом ($p=0,036$) у женщин, с учётом меньшей у них суммарной поглощённой дозы (у женщин доза внешнего облучения составляла 47,209±5,264 мЗв, у мужчин 70,471±4,966 мЗв; $p=0,003$). У мужчин в группе исследования при дозах 10-836 мЗв, по сравнению с группой контроля, наблюдалось статистически значимое увеличение числа аберрантных клеток и частоты хроматидных фрагментов, на уровне тенденции – повышение частоты хромосомных фрагментов ($p=0,078$). У женщин при внешнем облучении в дозе от 10 до 311 мЗв отмечалось уменьшение частоты хромосомных фрагментов и дицентрических хромосом ($p=0,024$ и 0,008, соответственно); на уровне тенденции – снижение числа аберрантных клеток и повышение частоты кольцевых хромосом ($p\leq0,1$). Следует отметить, что у женщин выявлена положительная корреляция частоты кольцевых хромосом с дозой хронического облучения ИИ (Spearman R=0,204; $p=0,037$), отмечается радиационный гормезис при "малых" дозах ИИ от 10 до 40 мЗв по частотам аберрантных клеток и хромосомных фрагментов; от 10 до 100 мЗв – по частоте дицентрических хромосом. У мужчин выявлена положительная корреляция частоты аберрантных клеток (Spearman R=0,400; $p=0,045\cdot10^{-8}$), хромосомных фрагментов (Spearman R=0,318; $p=0,001\cdot10^{-3}$), хроматидных фрагментов (Spearman R=0,242; $p=0,0002$), дицентрических хромосом (Spearman R=0,282; $p=0,00002$) и хроматидных обменов (Spearman R=0,136, $p=0,041$) с дозой внешнего облучения ИИ.

Выводы. Таким образом, частота ХА у мужчин и женщин различается вне зависимости от наличия хронического облучения ИИ (γ-излучение).

Организм женщин является более чувствительным к радиационному фактору – снижается частота дицентрических хромосом при дозах от 10 до 100 мЗв, частота кольцевых хромосом положительно коррелирует с дозой хронического облучения ИИ. Полученные нами результаты по частотам кольцевых и дицентрических хромосом у женщин в других исследованиях не отмечались, что требует дальнейшего изучения.

ОТДАЛЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПАРЕНХИМЫ И МЕЖФОЛЛИКУЛЯРНОЙ СТРОМЫ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Ю.Б. Черкасова

ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России, г Воронеж, РФ

Современный человек постоянно находится в окружении радиоактивных частиц природного и техногенного происхождения. Регуляторные системы организма, в том числе щитовидная железа, первостепенно откликаются на воздействие γ-излучения. Щитовидная железа имеет бинарную основу строения высокого уровня, где паренхиматозный компонент щитовидной железы находится в тесной взаимосвязи со стромальным звеном, и в ее отклике на γ-облучение и адаптивном регулировании радиационных эффектов принципиальное значение имеет реакция соединительной ткани межфолликулярной стромы, как сложной системы, в состав которой входят регуляторные клетки и реализуется кровообращение. Согласно исследованиям, нарушения органов, опосредованные воздействием ионизирующего излучения, связаны с развитием фиброзных изменений капилляров и стромального компонента. Механизмы пострадиационного ответа стромы формируются при участии нескольких биокомпонентов: реакции тучных клеток, как регуляторов тканевого гомеостаза, активности фермента щелочной фосфатазы в определении проницаемости капиллярного микроциркуляторного русла и активности транспорта метаболитов и гормонов, а также реакции волокнистых элементов при участии фибробластов. Таким образом, по реакционной выраженности этих показателей возможно судить об адаптивных пострадиационных возможностях, транспортной

способности и особенностях взаимодействия паренхимы и стромального компонента в отдаленные сроки после γ-облучения.

Цель работы заключалась в оценке отдаленных морфофункциональных изменений паренхимы и межфолликулярной соединительнотканной стромы щитовидной железы после воздействия низкоинтенсивного γ-облучения.

Работа выполнена с соблюдением правовых и этических норм использования животных в экспериментах на 36 крысах-самцах в возрасте 4 месяца на момент начала эксперимента. Оценивали реакцию паренхимы и межфолликулярной стромы щитовидной железы после однократного γ-облучения в эквивалентной дозе 5 мЗв с мощностью 50 сГр/ч. Исследование проводили через 12 и 18 месяцев после облучения. Критериями оценки служили: морфофункциональные типы тучных клеток и их общее число, эквивалентное содержание фермента щелочная фосфатаза, процент площади стромального компонента по отношению к общей площади щитовидной железы, характеризующий соотношение в системе паренхима- строма. Статистический анализ полученных данных осуществлялся с использованием программного обеспечения Statistica 6.1 (параметрические критерии). Выполнены анализ корреляционных взаимосвязей, а также для выявления степени влияния исследуемых морфофункциональных критериев щитовидной железы на динамику разрастания соединительнотканной стромы щитовидной железы был проведен множественный регрессионный анализ (линейная регрессия). Зависимой величиной была площадь рыхлой волокнистой соединительной ткани стромы щитовидной железы, а независимыми переменными такие параметры, как активность щелочной фосфатазы, общее число тучных клеток, а также количество их дегранулированных и недегранулированных форм.

Анализ полученных результатов показал морфофункциональные изменения как волокнистого, так клеточного компонентов межфолликулярной стромы. Доля площади стромального компонента относительно паренхимы железы увеличивалась в динамике пострадиационных сроков. Тучные клетки стромы реагировали на воздействие γ-излучения уменьшением их общего числа, а рекомбинация типологических представителей тучных клеток была направлена в пользу их активации и сопровождалась прогрессирующим преобладанием дегранулированных форм, на фоне снижения количества недегранулированных тучных клеток Содержание щелочной фосфатазы в межфолликулярной строме снижалось спустя 12 и 18 месяцев после однократного низкоинтенсивного γ-облучения. Проведенный корреляционный

анализ между морфофункциональными показателями состояния щитовидной железы показал изменение силы и направления корреляционной зависимости в динамике наблюдения. По результатам множественной линейной регрессии можно констатировать разобщенность критериев (или наоборот их стабилизацию), неразрывно связанных с возрастом. Регрессионный анализ для контрольной группы, соответствующей временному пострадиационному периоду 12 месяцев после облучения свидетельствует о достоверной зависимости изменения площади соединительной ткани от общего числа тучных клеток и изменения соотношения их морфофункциональных типов, тогда как активность щелочной фосфатазы не оказывает влияния на исследуемую переменную. Для опытной группы площадь межфолликулярной стромы щитовидной железы имеет зависимость прямого характера от активности щелочной фосфатазы и обратную зависимость от общего количества тучных клеток и их активных форм. Модель множественной линейной регрессии для показателей морфофункционального состояния щитовидной железы после однократного γ-облучения с пострадиационным периодом 18 месяцев, как для контрольной, так и для опытной групп показала свою несостоятельность, коэффициенты уравнения регрессии для всех независимых переменных свидетельствуют об отсутствии достоверного влияния независимых переменных на зависимую, а именно на площадь межфолликулярной соединительнотканной стромы щитовидной железы.

Таким образом, в эксперименте выявлено индуцирующее влияние низкоинтенсивного γ-облучения на увеличение площади межфолликулярной стромы относительно паренхимы щитовидной железы крыс в эксперименте на фоне снижения ферментативной активности щелочной фосфатазы при участии активных форм тучных клеток. Результаты корреляционного и регрессионного анализов частично пересекаются и демонстрируют утерю многих связей в прямой зависимости от увеличения сроков наблюдения.

Раздел 2. Радиационная гигиена и безопасность

СОВРЕМЕННОЕ РАДИАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НОВОЗЫБКОВСКОГО РАЙОНА БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Дан.М. Алексеев[1], Дм.М. Алексеев[1,2], С.А. Сидоров[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва, РФ

Радиационное состояние территорий, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС, в настоящий момент является актуальной темой для обсуждения в ряде научных работ [1-3]. Во многом это связано с тридцатилетним периодом, прошедшем после аварии, за который произошел период полураспада цезия-137 и стронция-90 (30,05 лет и 28,79 лет соответственно) – основных радионуклидов, представленных на загрязненных территориях Брянской области.

В Постановлении Правительства РФ от 18 декабря 1997 г. № 1582 утверждается перечень населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС. С каждым годом величина радиоактивного загрязнения цезия-137 и стронция-90 на таких территориях уменьшается, для этого в Законе РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» № 1244-1 не реже одного раза в пять лет предусматривается уточнение радиационной обстановки [4].

С этой целью различными организациями (Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, ФГБУ «Научно-производственное объединение «Тайфун»

Росгидромета РФ) проводится регулярный дозиметрический контроль населения и мониторинг состояния радиоактивного загрязнения территорий разного предназначения.

По результатам данных о средних годовых эффективных дозах (СГЭД) внешнего облучения населения, проживающего на загрязненных территориях, и содержания радионуклидов в почвах принимаются управленческие решения о придании населенному пункту иного статуса и изменения границ радиационного загрязнения.

Целью данной работы является оценка текущего радиационного состояния почв Новозыбковского района Брянской области.

В данной работе рассматривали радиационное состояние почв на площадке для многолетнего мониторинга «Вышков-2» Новозыбковского района Брянской области.

Оценку радиационного состояния проводили по данным о содержании цезия-137 в почве на различной глубине, в соответствии с Методическими рекомендациями МР 2.6.1.0063-12 "Контроль доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии" [5].

Результаты измерения содержания цезия-137 в почве на территории исследовательской площадки соответствуют нормальному закону распределения и приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание цезия-137 в почве на площадке «Вышков-2»

Глубина, см	СА активности, кБк/кг*	min, кБк/кг	max, кБк/кг
0-5**	7315±907	2479	18330
0-10	1844±418	541	7898
10-20	474±50	187	1014
20-30	234±25	93	504
30-40	104±10	40	220

* – указаны границы доверительного интервала при Р=0,95

** – глубина подстилающей поверхности

Определили плотность поверхностного загрязнения почв цезием-137 в соответствии вышеуказанным данными, она составила 95,1±12,4 кБк/м^2 (примерно 0,03 Ки/км^2).

Значение плотности поверхностного загрязнения, определенное на площадке для многолетнего мониторинга «Вышков-2» Новозыбковского района Брянской области, значительно ниже 1 Ки/км^2. В соответствии с Законом РФ «О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» № 1244-1 статус о радиоактивном загрязнении данной территории может быть пересмотрен в ходе проведения дополнительных исследований, включающих в себя оценку содержания радионуклидов в воде, продуктах питания и измерения индивидуальных СГЭД облучения населения, проживающего на этих территориях.

Список использованных источников:

1. Братилова А. А. и др. Обзор результатов комплексных радиационно-гигиенических обследований территорий Брянской области, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. – 2023.

2. Корсаков А. В. и др. Заболеваемость детского и взрослого населения Брянской области в зависимости от уровней радиационного, химического и сочетанного загрязнения: экологическое исследование //Экология человека. – 2020. – №. 7. – С. 4-14.

3. Булгаков В. Г. и др. Результаты исследования радиоактивного загрязнения почв Брянской области //Радиоэкологические последствия радиационных аварий: к 35-ой годовщине аварии на ЧАЭС. – 2021. – С. 46-48.

4. Закон РФ от 15.05.1991 N 1244-1 (ред. от 10.07.2023) "О социальной защите граждан, подвергшихся воздействию радиации вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС». КонсультантПлюс [Электронный ресурс] / Режим доступа: https://alexandrov.social33.ru/upload/medialibrary/50e/qcczg7mh6r9t25j07nbfmv4nw62csf2m/1244_1_zakon_RV_red_10072023.pdf (дата обращения: 12.12.2024).

5. Контроль доз облучения населения, проживающего в зоне наблюдения радиационного объекта, в условиях его нормальной эксплуатации и радиационной аварии: Мелодические рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 55 с.

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Ю.В. Антропов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В условиях динамических изменений и неопределённости развития мировой ситуации, при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС), одна из приоритетных задач врача-гигиениста – предотвращение эпидемических вспышек и сохранение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в том числе находящегося под воздействием экстремальных факторов. Выполнение указанной задачи невозможно без надлежащего контроля за обращением с отходами.

Цель работы – разработка концепции обращения с отходами в условиях чрезвычайных ситуаций с учётом масштаба и типа ЧС.

Актуальность работы помимо прочего обусловлена экологическими, экономическими и репутационными потерями при возникновении ЧС различной природы. Историческим примером ситуации, где более грамотное обращение с отходами могло минимизировать различные последствия, служит взрыв нефтяной платформы Deepwater Horizon в Мексиканском заливе. Трудности, возникшие в процессе ликвидации техногенной катастрофы, привели к загрязнению нефтью 1770 километров побережья, угрозе существования более 400 видов животных и закрытия более трети всей акватории Мексиканского залива для рыболовного промысла.

Важно отметить приоритетность профилактической направленности обращения с отходами для предотвращения ЧС. Так, свалки электронных отходов в развивающихся странах могут привести к различным техногенным катастрофам, где безусловна необходимость соблюдения условий обращения с отходами. При этом при надлежащем обращении с электроникой, возможно избегание возникновения подобных свалок. Однако по данным иностранных исследований, 70-80% таких отходов не утилизируются должным образом.

В России существуют методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях, затрагивающие работу с отходами, но не описывающие подробные особенности обращения с ними. Существуют нормативно-правовые акты, описывающие обращение с отходами в мирное время.

Для реализации процессов управления отходами в чрезвычайных ситуациях в первую очередь необходимо провести оценку ситуации с проведением анализа типа ЧС и, на основе его масштаба, прогнозированием объёма образования отходов. Исследования показывают, что более 50% образовавшихся в результате стихийного бедствия отходов приходится на строительные отходы, образовавшиеся в результате разрушения, более 30% – на предметы, пригодные для вторичной переработки (металлы, стекло, пластик), небольшая часть – около 1% биоразлагаемые отходы.

В рамках организации системы управления целесообразно создание рабочих групп для координации с властями и вспомогательными организациями, необходимыми для обработки, возможного вывоза и утилизации отходов.

Безопасность местонахождения мобильных пунктов сбора отходов необходимо оценивать не только в рамках их прямого воздействия на население, но и возможного косвенного влияния через действие на факторы среды обитания, необходимые в использовании для продолжения жизнедеятельности граждан во вновь возникших условиях пребывания. Отдельное внимание следует уделить возможности и безопасности использования транспортных средств для вывоза отходов с территории ЧС.

Обработка и утилизация отходов в условиях ЧС должна включать сортировку и классификацию отходов максимально безопасными для населения методами, включающими новые технологии с применением мобильных установок, которые допустимо разместить на малых территориях в условиях ограниченного времени.

Безопасность персонала и представителей рабочих групп должна обеспечиваться всеми известными методами: технологическими, техническими, организационными, санитарно-гигиеническими, а также использованием средств индивидуальной защиты.

На протяжении всех этапов работы с отходами в условиях ЧС необходимо осуществлять информационно-просветительскую работу с населением в том числе для минимизации образования отходов. В случае задействования волонтёрских программ необходимо минимизировать риски при использовании таковых. Важность своевременного информирования населения подчёркивается историческим примером Бхопальской катастрофы. После аварийного выброса, ввиду нарушения технологий управления отходами, облако метилизоцианата накрыло близлежащие трущобы и железнодорожный вокзал, находящийся в 2 км от предприятия.

Многотысячное число жертв объясняется, в том числе, отсутствием своевременного информирования населения, которым могли покинуть территорию ЧС.

Для эффективности работы по управлению отходами в условиях ЧС целесообразно в мирное время в плановом порядке вести работу по регламентации, подготовке оборудования, обучению и определению круга уполномоченных лиц. Отдельно стоит отметить невозможность грамотной работы по управлению отходами вместе с отсутствием инвестиций в соответствующую инфраструктуру.

Концепция по управлению отходами в условиях чрезвычайных ситуаций должна быть адаптирована под конкретные условия региона и типы возможных чрезвычайных ситуаций, а также включать элементы гибкости для быстрого реагирования на меняющиеся обстоятельства.

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПЕРСОНАЛ ЦЕНТРА ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Г.Н. Бакшутова, Ю.Д. Удалов, Т.В. Шарапова

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России, г. Димитровград, РФ

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России имеет широкий спектр методов диагностики и лечения с использованием технологий ядерной медицины.

Персонал Центра ядерной медицины (далее – ЦЯМ) ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России при проведении диагностических исследований или терапевтических процедур с использованием радиофармпрепаратов (далее – РФЛП), относящихся по степени радиационной опасности к группам А, Б, В, Г, выполняет целый ряд последовательных операций, подразумевающих воздействие радиационных параметров на рабочих местах [1-4].

Радиационный контроль в ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России является одной из основных составляющих системы обеспечения радиационной безопасности персонала.

В дозиметрии ионизирующие излучения условно разделяются на «сильнопроникающие» и «слабопроникающие». Подобное разделение связано с различными механизмами дозообразования: сильнопроникающие излучения главным образом воздействуют на внутренние органы человека и создают дозы в них, тогда как доза от слабопроникающих излучений создается только во внешних органах и тканях тела, таких как хрусталик глаза и кожа.

С целью получения информации об уровнях облучения персонала ЦЯМ слабопроникающим излучением (фотонным, бета-излучением) от техногенных источников ионизирующего излучения для обеспечения выполнения требований действующих руководящих документов по радиационной безопасности: СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010), СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» и Методические указания МУ 2.6.5.026-2016 «Дозиметрический контроль внешнего профессионального облучения. Общие требования», проведены исследования путем контроля индивидуальной дозиметрии слабопроникающего облучения.

Полученные значения индивидуальных эквивалентных доз облучения кистей рук персонала ЦЯМ не превышают 6 мЗв за каждый квартал. Таким образом, установленные значения контрольных и допустимых уровней воздействия радиационных факторов не превышены. Полученные данные планируется использовать для решения конкретных задач процесса оптимизации дозовых нагрузок на персонал ЦЯМ при проведении диагностических исследований или терапевтических процедур, а также в рамках мероприятий по совершенствованию системы контроля радиационной безопасности в ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России [4-6].

Список использованных источников:

1. Удалов Ю.Д., Тихомиров Н.Е. Шарапова Т.В., Касымова О.А. Особенности радиационной безопасности в ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России// Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т. 67. №4. С. 33-38. DOI:10.33266/1024-6177-2022-67-4-33-38.
2. Семочкина Г.Н., Удалов Ю.Д., Тихомиров Н.Е., Шарапова Т.В. В книге: Ильинские чтения 2023. Сборник материалов международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. Москва, 2023. С. 42-43.
3. Семочкина Г.Н., Удалов Ю.Д., Тихомиров Н.Е., Шарапова Т.В. В книге: Ильинские чтения 2024. Сборник материалов международной научно-

практической конференции молодых учёных и специалистов. Москва, 2024. С. 67-71.
4. Шарапова Т.В., Удалов Ю.Д., Тихомиров Н.Е., Маякова Е.В. В книге: Ильинские чтения 2023. Сборник материалов международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. Москва, 2023. С. 44-45.
5. Удалов Ю.Д., Тихомиров Н.Е., Шарапова Т.В., Сычев П.В., Семочкина Г.Н. В сборнике: Медицинские и экологические эффекты ионизирующего излучения. Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию образования филиала №2 Государственного научного центра – института биофизики. Томск, 2023. С. 164-165.
6. Особенности контроля за радиационной безопасностью в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Федеральный научно-клинический центр медицинской радиологии и онкологии» Федерального медико-биологического агентства / Удалов Ю.Д., Шарапова Т.В. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2023. – Т. 68. – № 4. – С. 24-27.

ОЦЕНКА ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ НЕСМЕРТЕЛЬНОЙ РАДИАЦИОННОЙ ТРАВМЕ: РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКИХ ЭКСПЕРТИЗ ПОСТРАДАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

А.С. Белоус, Ю.Е. Квачева

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. В настоящее время при судебно-медицинской оценке степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека, в своей практической деятельности врач судебно-медицинский эксперт руководствуется Приложением к приказу Министерства здравоохранения и социального развития РФ «Об утверждении Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека» № 194н от 24.04.2008 г. В указанном Приложении в отношении радиационной травмы имеется только

три критерия: 1. лучевые ожоги (III-IV степени, более 10% поверхности тела; III степени, более 15%; II степени, более 20% и ожоги меньшей площади, сопровождавшиеся развитием ожоговой болезни); 2. лучевые поражения, проявляющиеся острой лучевой болезнью тяжелой и крайне тяжелой степени тяжести; 3. длительность расстройства здоровья (более 21 дня – средней тяжести вред здоровью, менее 21 дня включительно – легкий вред здоровью). В отношении иных проявлений радиационной травмы, которые не имеют данных признаков, каких-либо объективных критериев оценки степени тяжести причиненного вреда здоровью не приводится, что актуализирует исследования по их разработке. Важной частью таких исследований представляется анализ ранее проведенных судебно-медицинских экспертиз, прежде всего, пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), что и стало **целью** настоящей работы.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования явились архивные данные о 92 потерпевших с несмертельной радиационной травмой, в отношении которых в течение сентября-ноября 1986 г. на базе Бюро Главной судебно-медицинской экспертизы 3-го Главного Управления при МЗ СССР производилась судебно-медицинская экспертиза по определению степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека. Применялись экспертно-клинические и медико-статистические методы исследования.

Результаты и обсуждение. Согласно результатам ретроспективного анализа имеющихся материалов, из 92 лиц, получивших несмертельную радиационную травму вследствие аварии на ЧАЭС в 1986 г., 90 (98%) были лицами мужского пола и 2 (2%) – женского. Возраст потерпевших составлял от 17 до 64 лет (средний возраст 33 года). Причиной возникновения повреждений у всех 92 потерпевших (100%) было радиационное воздействие; не были выявлены телесные повреждения в результате воздействия механических, термических и других факторов, обусловленных аварией на ЧАЭС. Судебно-медицинская оценка тяжести вреда, причиненного здоровью человека, в 1986 г. осуществлялась в соответствии с общесоюзными «Правилами судебно-медицинского определения степени тяжести телесных повреждений», введенными в действие Приказом № 1208 Минздрава СССР от 11.12.1978 г. (далее – Правила). Согласно данным Правилам, телесные повреждения подразделялись на: тяжкие телесные повреждения (опасные для жизни повреждения; неопасные для жизни повреждения, относящиеся к тяжким по исходу и последствиям (потеря зрения, слуха или какого-либо органа, либо утрата органом его функций; душевная болезнь; расстройство

здоровья, соединенное со стойкой утратой трудоспособности не менее чем на одну треть; прерывание беременности; неизгладимое обезображивание лица); менее тяжкие телесные повреждения (средней степени тяжести) и легкие телесные повреждения.

Как следует из таблицы 1, тяжкий вред здоровью был определен у 55 (59,8%) пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, средней тяжести – у 35 (38%) и легкой степени – у 2 (2,2%).

Таблица 1 – Количественная характеристика степеней тяжести вреда, причиненного здоровью пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС (несмертельная радиационная травма)

Тяжкий вред здоровью (абс.; %)	Средней тяжести вред здоровью (абс.; %)	Легкий вред здоровью (абс.; %)	Всего (абс.; %)
55 (59,8 %)	35 (38 %)	2 (2,2 %)	92 (100 %)

По заключению комиссии экспертов, критерии судебно-медицинской оценки тяжести телесных повреждений, изложенные в вышеуказанных Правилах, оказались применимы лишь в отношении тех потерпевших с несмертельной радиационной травмой, ущерб здоровью которых был квалифицирован как телесное повреждение средней степени тяжести по признаку длительности расстройства здоровья и легкое телесное повреждение, повлекшее за собой кратковременное расстройство здоровья. Вместе с тем было отмечено, что телесные повреждения, квалифицировавшиеся Правилами как тяжкие опасные для жизни и приводившиеся в их специальном перечне, не включали в себя повреждения и ущерб здоровью от действия ионизирующего излучения. В разделе II главы I Правил содержалось только общее определение опасных для жизни телесных повреждений, а именно: «опасными для жизни являются повреждения, которые сами по себе угрожают жизни потерпевшего в момент нанесения или при обычном их течении заканчиваются смертью. Предотвращение смертельного исхода, обусловленное оказанием медицинской помощи, не должно приниматься во внимание при оценке опасности для жизни таких повреждений». В соответствии с этим положением квалификация несмертельной радиационной травмы как тяжкого опасного для жизни телесного повреждения комиссией экспертов обосновывалась теоретическими и экспериментальными данными

радиобиологии и опытом радиационной медицины по состоянию на соответствующий период ее развития (вторая половина 1980-х годов).

Заключение. Таким образом, ретроспективный анализ заключений судебно-медицинских экспертиз 92 пострадавших в результате аварии на ЧАЭС показал, что основные трудности, с которыми сталкивались врачи судебно-медицинские эксперты при определении степени тяжести вреда, причиненного здоровью, были связаны с недостаточностью медицинских критериев. Не в полной мере позволяет оценивать случаи несмертельной радиационной травмы и ныне действующий документ, регламентирующий проведение данных экспертиз. В целях преодоления обозначенных трудностей авторы полагают необходимой разработку современных радиобиологических основ судебно-медицинской оценки вреда здоровью человека при несмертельных повреждениях от действия ионизирующего излучения.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ ПЛОЩАДКИ УРАНОВОГО НАСЛЕДИЯ – ШАХТЫ «СТЕПНАЯ» (КАЛМЫКИЯ)»

Ю.С. Бельских, А.В. Титов, Д.В. Исаев,
М.П. Семенова, Ю.В. Кроткова, А.А. Шитова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Из шести рудных полей, обнаруженных в середине 20-го века в Республике Калмыкия, по масштабам и геологическому строению резко выделялась рудная залежь месторождения «Степное» мощностью от 0,4 до 2,5 м., площадью 10 км^2 [1]. Содержание урана в рудной залежи колебалось от 0,012 до 0,07%, а редких земель – от 0,2 до 0,37%. Добыча урана проводилась вплоть до 1962 г., после чего шахта была законсервирована [2].

В настоящее время шахта заброшена. Эта территория относится к так называемому «урановому наследию» [3]. По имеющимся данным рекультивация площадки до 2006 г. не проводилась.

Проведенные в 2008 г. радиационные измерения во всех сохранившихся остовах зданий бывшего месторождения «Степное» и на территории по всей

ее окружности не выявили превышений естественного уровня радиационного фона.

В 2023-2024 гг. специалисты ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России провели радиационно-гигиеническое обследование площадки шахты и в районе ее расположения.

В ходе обследования решались следующие задачи:

- оценка радиационной обстановки на территории площадки шахты «Степная» на соответствие требованиям нормативных документов;
- оценка возможного влияния шахты «Степная» в период эксплуатации и вывода ее из эксплуатации на радиационную обстановку в ближайшем населенном пункте поселке Нарта;

Материалы и методы. Исследования проводились непосредственно на территории шахты «Степная», на прилегающей территории, вдоль дороги к поселку Нарта, а также в двух населенных пунктах: поселок Нарта и село Ульдючины (фоновый населенный пункт). Были проведены измерения мощности амбиентной эквивалентной дозы гамма-излучения (МАЭД), проводились измерения удельной активности (УА) проб почвы, отобранной на площадке, в п. Нарта и в фоновом районе. Выполнены измерения объемной активности (ОА) радона трековыми детекторами в жилых помещениях в неотапливаемый и отапливаемый периоды года и кратковременные измерения ЭРОА радона для оценки коэффициента равновесия между радоном и его дочерними радионуклидами.

Результаты. Значения МАЭД на площадке находятся в диапазоне от 0,10 до 0,36 мкЗв/ч, причем на 80% площади они не превышают верхней границы фоновых значений 0,14 мкЗв/ч. Максимальные уровни зафиксированы в центре площадки в районе выгрузки руды из шахты.

Вдоль дороги от шахты до п. Нарта МАЭД соответствует фоновым значениям. Имеются локальные превышения МАЭД возле дамбы у шахты «Степная» которые достигают 0,49 мкЗв/ч.

УА природных радионуклидов в почве на территории площадки не отличаются от значений УА радионуклидов на фоновой территории, за исключением участка на площадке с повышенными значениями МАЭД. На этом участке, а также на локальном участке в районе дамбы УА природных радионуклидов, за исключением ^{232}Th и ^{40}K, выше, чем на остальной территории до 10 раз, однако по своим характеристикам они не относятся к твердым радиоактивным отходам.

Среднее значение отношения УА ^{210}Pb к УА ^{210}Po в почве поселка Нарта составляет 1,0±0,3 Бк/кг и не отличается от среднего отношения в почве села Ульдючины (0,9±0,1 Бк/кг)

Среднее значение эффективной удельной активности природных радионуклидов в грунте дорог поселка Нарта составило 190±30 Бк/кг, что не отличается от среднего значения в селе Ульдючины – 200±30 Бк/кг.

Измерение ОА радона в оба периода года проведено в 19 жилых домах, а также в общественных зданиях п. Нарта и с. Ульдючины.

С учетом коэффициента равновесия радона и его дочерних радионуклидов значения ЭРОА радона в жилых помещениях поселка Нарта в течение года не превышают 200 Бк/м^3.

В среднем значения ОА радона в отапливаемый период были в 2,2 раза выше, чем в неотапливаемый период. Однако среднегодовая ОА радона также не превышает 100 Бк/м^3.

ОА радона в детском саду села Ульдючины несколько выше, чем в остальных зданиях. Но значения ЭРОА радона (при коэффициенте равновесия, равном 0,5) не превышают 200 Бк/м^3.

На территории поселка ЭРОА радона по результатам кратковременных измерений не превышала 10 Бк/м^3.

Заключение. Радиационная обстановка на территории в районе площадки шахты «Степная» соответствует требованиям СП ЛКП-91 и Р 2.6.5.048-2017 по сельскохозяйственному направлению.

На территории поселка Нарта значения МАЭД, УА природных радионуклидов грунте не отличается от таковых на территории села Ульдючины (населенного пункта, принятого в качестве фонового):

Почвы поселка Нарта не загрязнены грунтом с площадки шахты, а остаточное загрязнение территории радионуклидами от выбросов шахты при ее эксплуатации в настоящее время достоверно не определяется.

Значения ЭРОА радона и МАЭД в жилых домах и в зданиях общественного назначения поселка Нарта удовлетворяют требованиям НРБ-99/2009.

Список использованных источников:

1. URL: https://koka-lermont.livejournal.com/2820131.html. Кольцовская экспедиция. (Дата обращения: 19.11.24 г.).
2. Пятов Е.А. Стране был нужен уран. История геологоразведочных работ на уран в СССР. Под ред. Доктора геолого-минералогических наук Г.А. Машковцева. ВИМС. 2005 г. 246 с.

3. Решение Экономического совета СНГ о докладе «Реабилитация территорий государств-участников Содружества Независимых Государств, подвергшихся деятельности урановых производств» (Вместе с Рабочей группой по подготовке Доклада) (Принято в г. Москве 27.12.2006). URL: http://www.conventions.ru/view_base.php?id=9680 (Дата обращения: 19.11.2024).

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КАТАРАКТЫ, ИНДУЦИРОВАННОЙ БОЛЬШИМИ ДОЗАМИ ОБЛУЧЕНИЯ

Е.В. Васильев, С.М. Думанский, М.В. Калинина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Радиационная (лучевая) катаракта впервые зарегистрирована у лабораторных животных (кроликов) в 1897 году и является самым ранним задокументированным побочным эффектом ионизирующего излучения. Первое сообщение о влиянии рентгеновский лучей на хрусталик глаза человека относится к 1903 году. Однако, следующий всплеск интереса к радиационной катаракте в контексте радиационной защиты появился только в 1949 году и был вызван наблюдением катаракты у выживших после атомной бомбардировки Японии и у персонала, связанного с работой на циклотроне (США). В 1950 году Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) отнесла катаракту к числу «последствий, которые следует учитывать», а хрусталик глаза причислен к числу критических органов.

Придерживаясь системы взглядов на катарактогенез, развиваемой академиком РАН М.А. Островским и д.б.н. К.О. Мурановым (Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН) в ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России разработана математическая модель и программное обеспечение для прогнозирования динамики развития радиационной катаракты. Математическая модель, в частности, опирается на гипотезу Островского-Муранова о едином механизме катарактогенеза, суть которой заключается в следующем: катарактогенные факторы, включая

радиацию, вызывают повреждение и гибель клеток хрусталикового эпителия, в результате чего активные формы кислорода через образовавшиеся дефекты эпителиального слоя проникает в хрусталик, что вызывает окислительное повреждение кристаллинов, их денатурацию и образование белковых агрегатов, рассеивающих свет, проходящий через хрусталик. В докторской диссертации К.О. Муранова получены экспериментальные данные по кинетике тепловой агрегации β_L-кристаллина (зависимости относительной оптической плотности водного раствора β_L-кристаллина от времени при различных начальных концентрациях). Математическая модель изначально была получена для описания этих данных и затем применена для прогнозирования динамики радиационной катаракты. На рисунке 1 показан соответствующий раздел Web-приложения.

Рисунок 1 – Пункт меню «Прогноз»

Следует отметить, что вид кривых (см. рис. 1) получен теоретическим путем, но в модели присутствуют эмпирические коэффициенты, установленные по немногочисленным доступным данным, т.е. отображаемы кривые иллюстрируют среднепопуляционную динамику. Однако, добавление в модель индекса α-кристаллина (ACI) позволит достаточно точно прогнозировать индивидуальную динамику. Индекс ACI может применяться в качестве меры «шаперонового» запаса хрусталика, коррелирующего с риском развития катаракты. Измерение ACI через определенные промежутки времени также помогут более точно прогнозировать основные характеристики динамики катаракты – латентный период, «скорость» развития катаракты, стадию стабилизации, продолжительность стадии стабилизации. Техническое средство для измерения ACI – зонд NASA-NEI DLS. Зонд позволяет осуществлять очень раннюю диагностику катаракты и определение ответа на терапию, и является на несколько порядков более чувствительным, чем существующие клинические системы. Устройство основано на методе динамического рассеяния света (DLS).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЧЗО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОДА JRODOS

Д.И. Гусейнова

НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ, г. Минск, Республика Беларусь

Лесные пожары на загрязненных радионуклидами территориях представляют собой серьезную проблему, которая требует постоянного внимания и контроля. Статистика показывает, что пожары в Чернобыльской зоне отчуждения (далее – ЧЗО), а также на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (далее − ПГРЭЗ) случаются регулярно, с частотой 10-15 случаев в год, преимущественно в летнее время. За период с 1993 по 2013 гг. в ЧЗО произошло более 1250 природных пожаров различных видов, что говорит о высокой вероятности возникновения пожаров в этом регионе. Одними из наиболее крупных пожаров в ЧЗО за последние годы были пожары в апреле-июне 2015 года

(огнем было охвачено суммарно около 160 га), а также в апреле 2020 года. Спустя более 35 лет после катастрофы на ЧАЭС основными радионуклидами, загрязняющими территорию, являются ^{137}Cs и ^{90}Sr, а также α-излучающие радионуклиды – $^{238\text{-}240}Pu$ и ^{241}Am.

Для расчетов распространения радиоактивных выбросов при пожарах используются различные подходы, начиная от простых методов расчета траекторий перенесения радиоактивного облака и заканчивая сложными численными трехмерными моделями турбулентной диффузии. Для этих целей используются модели переноса радиоактивных примесей в атмосфере с учетом особенностей подстилающей поверхности, параметра шероховатости, вымывания радиоактивной примеси осадками, радиоактивного распада примеси, влажности атмосферы, дисперсного состава примеси, атмосферных параметров.

В настоящее время для расчета последствий выброса радиоактивных веществ в атмосферу при пожарах для здоровья персонала и населения, а также окружающей среды применяются различные программные средства, такие как: RECASS, SULTAN, НОСТРАДАМУС, ДОЗА, JRODOS и другие. В основе данных программных средств лежат модели атмосферной дисперсии, которые представляют собой реализации Гауссовой, Гаусс-пуфф, Лагранжевой стохастических моделей, которые позволяют спрогнозировать уровни объемной активности радионуклидов в воздухе на различных расстояниях от источника и оценить значения ожидаемых доз облучения.

Модуль JRODOS-Wildfire является частью системы JRODOS (Java-based Real Time On-line Decision Support System) и предназначен для оценки последствий лесных пожаров, включая их влияние на радиационную обстановку. Он позволяет проводить анализ переноса и осаждения перераспределенных радионуклидов с использованием модели переноса частиц Лагранжа (LASAT).

С помощью модуля JRODOS-Wildfire был проведен ряд расчетов различных сценариев (реальных и гипотетических) на участках с наибольшей плотностью загрязнения ^{137}Cs в ПГРЭЗ. Результаты выполненной оценки последствий для различных сценариев лесных пожаров, возникающих на территориях с высокой плотностью загрязнения (от $3{,}7\cdot10^5$ Бк/м^2 до $4{,}0\cdot10^6$ Бк/м^2 по ^{137}Cs, от $1{,}3\cdot10^4$ Бк/м^2 до $9{,}2\cdot10^5$ Бк/м^2 по ^{90}Sr, от $7{,}0\cdot10^2$ Бк/м^2 до $1{,}2\cdot10^4$ Бк/м^2 по ^{239}Pu и от $1{,}0\cdot10^3$ Бк/м^2 до $2{,}6\cdot10^4$ Бк/м^2 по ^{241}Am) показали, что максимальная концентрация в воздухе, интегрированная во времени, через 24 часа после начала пожара в очаге пожара составит для различных

сценариев: для ^{137}Cs порядка 10^5-10^6 Бк×с/м^3, для ^{90}Sr – 10^4-10^6 Бк×с/м^3, ^{239}Pu – 10^2-10^4 Бк×с/м^3, ^{241}Am – 10^3-10^4 Бк×с/м^3.

Дозы облучения участников пожаротушения (т.е. персонала) на месте пожаров при допущении отсутствия СИЗ органов дыхания при пожаротушении и времени тушения непрерывно в течение 24 часов и с учетом реальных метеорологических условий могут составить от 0,04 мЗв до 1,6 мЗв (при штиле). Таким образом, при метеорологических условиях «штиль» для лиц, участвующих в пожаротушении на территории ПГРЭЗ без применения СИЗ органов дыхания в течение более 75 часов за год, может быть превышена установленная санитарными нормами и правилами доза облучения – 5 мЗв/год.

Перенос радиоактивного облака в случае пожара в ПРГЭЗ до близлежащих НП составит несколько часов. Выпадения ^{137}Cs на почву в населенных пунктах Гомельской области составят от 0,9 Бк/м^2 до $2{,}4\cdot10^3$ Бк/м^2 (при метеоусловиях с осадками).

Результаты оценки доз облучения населения показали, что максимальные значения доз облучения будут наблюдаться при большей скорости ветра и могут составить до 24 мкЗв/сут или 0,024 мЗв/сут на расстоянии 30-40 км от очага, порядка 5 мкЗв/сут на расстоянии 70 км от очага возгорания, порядка 3 мкЗв/сут на расстоянии 120 км от очага возгорания и порядка 0,9 мкЗв/сут на расстоянии 230 км от очага возгорания.

Таким образом, предел дозы для населения 1 мЗв/год может быть достигнут при неблагоприятных для населения, проживающего вблизи ЧЗО, метеоусловиях (скорости ветра порядка 3-4 м/с) при ингаляции воздуха, загрязненного в результате пожаров на территориях с высокой плотностью радиоактивного загрязнения (порядка $4{,}6\cdot10^6$ Бк/м^3 ^{137}Cs, $5\cdot10^5$ Бк/м^3 ^{90}Sr, $1{,}2\cdot10^4$ Бк/м^3 и $1{,}7\cdot10^4$ Бк/м^3 ^{239}Pu и ^{241}Am) более 1000 часов в течение года (или 43,5 дня). При высокой скорости ветра (более 5 м/с) радиологическая опасность ингаляции загрязненного радионуклидами воздуха будет выше.

Проведена верификация выполненных расчетов с помощью модуля JRODOS-Wildfire путем проведения прогнозной оценки перемещения радиоактивного облака в соответствии с реальными метеоусловиями на дату пожара 10.08.2015. Были использованы данные, полученные Белгидромет на пунктах наблюдения радиационного мониторинга атмосферного воздуха г. Мозырь Республики Беларусь (47 км). Результаты моделирования показали, что уровни объемной активности ^{137}Cs в атмосферном воздухе составит порядка $2{,}08\cdot10^{-3}$ Бк/м^3. Среднемесячные уровни объемной активности

радионуклидов в воздухе по данным Белгидромет для г. Мозырь составили $1{,}9 \cdot 10^{-4}$ Бк/м^3, а максимальный уровень объемной активности ^{137}Cs в воздухе зафиксирован порядка $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м^3.

Полученные результаты расчетов свидетельствуют о достаточно хорошей сопоставимости расчетных данных программного модуля JRODOS-Wildfire и данных радиационного мониторинга. Программный код JRODOS может использоваться в качестве инструмента для моделирования радиоактивных выбросов при лесных пожарах в зоне отчуждения Республики Беларусь.

О НЕОБХОДИМОСТИ ПЕРСОНАЛЬНОГО ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО УЧЕТА И АНАЛИЗА ДОЗОВОЙ НАГРУЗКИ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Е.В. Васильев, С.М. Думанский, М.В. Калинина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Согласно линейной беспороговой модели радиационного риска, положенной в основу рекомендаций МКРЗ и НРБ, любая доза облучения увеличивает вероятность возникновения стохастических эффектов. И хотя в области малых доз (до 100 мЗв) эта модель не имеет достаточных обоснований, для практических целей модель является общепринятой. Разовая доза ионизирующего излучения (ИИ), получаемая пациентами зависит от локализации зоны облучения при компьютерной томографии (КТ) на тело, характера исследования, применения контрастирующих растворов для лучшей визуализации обследуемой зоны и может варьироваться в диапазоне от 2,6 до 40 и больше мЗв.

Проведено исследование данных диспансеризаций пациентов за пять лет (до коронавирусной пандемии) на предмет частоты применения КТ. Для анализа и визуализации данных применялись сводные диаграммы и разработанная для них модель «взвешенные паросочетания (ВП)»: {«Характеристика КТ исследования» - «Заболевание»}. В роли весов ВП берутся частота встречаемости паросочетания и получаемая при этом суммарная дозовая нагрузка для конкретного пациента по годам.

Выявлено, что отдельные пациенты получали от 4 до 10 сеансов КТ, при этом дозовая нагрузка составляла от 30 и более 100 мЗв за год. На рисунке 1 показаны данные для пациента с IdPerson равным 52.

Рисунок 1 – Частота паросочетаний для пациента с IdPerson равным 52

Из рис. 1 видно, что для данного пациента за 2013 год проведено семь сеансов различного рода КТ, при этом суммарная доза составила 102 мЗв. Например, для характеристики КТ «Компьютерная томография органов брюшной полости (с проведением перорального контрастирования ионным препаратом)» за 2013 год проведено два сеанса с дозовой нагрузкой по 15 мЗв каждый: один для исследования поджелудочной железы неуточнённое, другой – желудка неуточнённой локализации. Показан также список полей диаграммы, которые можно выбирать. На рис. 2 показаны аналогичные данные для пациента с IdPerson равным 289.

Рисунок 2 – Частота паросочетаний для пациента с IdPerson равным 289

Из рис. 2 видно, что для данного пациента за 2014 и 2015 года проведено шесть сеансов различного рода КТ, при этом суммарная доза составила 57,6 мЗв.

Модель позволяет выбирать как различных пациентов, так и различные паросочетания и тем самым оперативно определять полученные пациентом дозовые нагрузки. Для централизованного учета и анализа дозовой нагрузки пациентов при использовании КТ рекомендуется использовать OLAP кубы, а для сбора данных из электронных медкарт SQL-сервер.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ, ПРОИЗВЕДЕННЫХ В ЗОНЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧАЭС, НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Н.В. Елизарова, Е.В. Николаенко

НИИ ГТ ЭВМ РЦГЭиОЗ, Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь

В 2022-2023 гг. в рамках проведения научно-исследовательской работы в отдельных выбранных населенных пунктах (далее – НП) были проведены собственные исследования содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в пищевых продуктах и питьевой воде из личных подсобных хозяйств (далее – ЛПХ) в 36 НП зоны радиоактивного загрязнения после катастрофы на ЧАЭС, с последующей оценкой максимальных годовых эффективных доз (далее – ГЭД) внутреннего облучения различных возрастных групп населения.

Объектами исследования являлись питьевая вода и пищевые продукты, произведенные в ЛПХ населением, проживающим в районах, подвергшихся радиационному загрязнению вследствие катастрофы на ЧАЭС. Отбор проб пищевых продуктов и питьевой воды был проведен в период 2022 2023 гг. в НП Могилевской и Гомельской областей, охватывающих 3 района Могилевской области и 14 районов Гомельской области, как в зоне проживания с периодическим радиационным контролем, характеризующейся плотностью радиоактивного загрязнения от 37-185 кБк/м^2 (1-5 Ки/км^2), так и в

зоне с правом на отселение – 185-555 кБк/м^2 (5-15 Ки/км^2).

В пробах питьевой воды оценивались объемная суммарная α- и β-активность, содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr; в пищевых продуктах – содержание радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr.

В исследуемый период было отобрано 175 проб пищевых продуктов: 44 пробы молока, 68 проб картофеля, 31 проб моркови, 25 проб свеклы, 5 проб томатов, 1 проба огурца и 1 проба капусты. Кроме того, было отобрано 67 проб питьевой воды из централизованных и нецентрализованных источников питьевого водоснабжения – 51 и 16 проб, соответственно.

Для оценки ГЭД внутреннего облучения населения использовались консервативные условия: максимальные значения объемных/удельных активностей радионуклидов в питьевой воде и пищевых продуктах, наибольшие объемы потребления питьевой воды и пищевых продуктов всеми возрастными группами, коэффициент кулинарной переработки продуктов принят равным 1 (без учета обработки), при значениях менее МДА метода в расчетах использовано значение 1/2 МДА.

Годовые объемы потребления пищевых продуктов из ЛПХ на душу взрослого населения, проживающего в сельских НП, определены на основе национальных статистических данных. Уровни потребления пищевых продуктов различными возрастными группами корректировались с учетом энергозатрат.

Установлено, что максимальные значения содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в питьевой воде и пищевых продуктах непосредственно зависят от уровня радиоактивного загрязнения территорий, с которых были отобраны пробы.

По результатам оценки содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в питьевой воде и пищевых продуктах, все полученные данные были сопоставлены с установленными референтными уровнями содержания радионуклидов (гигиенический норматив «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 25.01.2021 г. № 37, далее – ГН-2022).

В питьевой воде референтные уровни содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr, установленные ГН-2022, составляют 10,0 Бк/л для обоих радионуклидов, а объемной суммарной α- и β-активности – 0,5 Бк/л и 1,0 Бк/л, соответственно.

По результатам анализа питьевой воды в Гомельской области были выявлены превышения объемной суммарной β-активности в 2,1-2,7 раза по сравнению с нормативом (1,0 Бк/л) в колодцах деревни Бурки Брагинского

района и деревни Хальч Ветковского района. Однако при повторных исследованиях превышений не отмечалось.

Превышения нормативов по содержанию ^{137}Cs были выявлены в двух пробах молока в Гомельской области (деревни Малейки Брагинского района и Залесье Чечерского района), а также по содержанию ^{90}Sr в пищевых продуктах: в 1 пробе молока (город Добруш), в 1 пробе картофеля (деревня Бурки Брагинского района), в 11 пробах моркови (максимальное значение в деревне Дворище Хойникского района), в 6 пробах свеклы (максимальное значение в деревне Вить Хойникского района). Удельные активности ^{137}Cs и ^{90}Sr в остальных пробах пищевых продуктов (томаты, капуста, огурцы) не превышали референтных уровней ГН-2022.

Выполнена оценка ГЭД внутреннего облучения для всех возрастных групп населения, проживающего на территориях с разной плотностью радиоактивного загрязнения 37-185 кБк/м^2 и 185-555 кБк/м^2.

В Республике Беларусь установлены нормативы ГЭД облучения репрезентативного лица от потребления пищевых продуктов и питьевой воды – 1,0 мЗв, а также референтный уровень дозы облучения населения от потребления питьевой воды – 0,1 мЗв/год.

В НП с плотностью загрязнения 37-185 кБк/м^2 максимальная суммарная ГЭД внутреннего облучения была выявлена у детей 13-17 лет и составляла 0,28 мЗв. Основную долю в суммарную ГЭД внутреннего облучения внесло потребление картофеля и моркови, что составило около 60% ГЭД.

В НП с плотностью загрязнения 185-555 кБк/м^2 также максимальная суммарная ГЭД внутреннего облучения наблюдалась у подростков 13-17 лет и составила 0,33 мЗв. Основной вклад в суммарную ГЭД внутреннего облучения в этих территориях вносило потребление моркови и свеклы, составивших примерно 80% от ГЭД облучения.

По результатам исследований, в период 2022-2023 гг. установлено, что значения суммарных ГЭД внутреннего облучения населения всех возрастных групп не превышали установленный референтный уровень ГЭД облучения в ситуации существующего облучения, составляющий 1,0 мЗв. Установленный референтный уровень дозы облучения населения от потребления питьевой воды, составляющий 0,1 мЗв, не был превышен ни для одной возрастной группы населения.

СРАВНЕНИЕ СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫХ КОКТЕЙЛЕЙ «ULTIMA GOLD AB» И «ЛИРА-1» ПРИ ЖИДКОСЦИНТИЛЛЯЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ РАДИОНУКЛИДА ТРИТИЙ

Н.А. Еремина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Тритий относится к числу важнейших дозообразующих радионуклидов, определяющих радиационную обстановку в районе расположения предприятий ядерного топливного цикла [1]. При этом за счет длительного периода полураспада 12,3 лет тритий накапливается в объектах окружающей среды, органах и тканях живых организмов и таким образом является глобальным загрязнителем природных компонентов [2]. Поэтому актуальной является задача контроля за образованием трития при работе АЭС, а также за последующим распределением этого радионуклида в окружающей среде. Эффективным способом измерения активности трития в различных пробах является метод жидкосцинтилляционной спектрометрии. Лидером рынка и основным производителем сцинтилляционных коктейлей на сегодняшний день является компания Perkin Elmer (США): «Ultima Gold AB», «Ultima Gold LLT», «Ultima Gold XR», «Optiphase HiSafe 3», «Flo-Scint».

Однако, в связи со сложившейся геополитической обстановкой в мире и действующими в отношении Российской Федерации санкциями сильно усложнилась возможность закупки и поставки сцинтилляционных коктейлей фирмы Perkin Elmer. Поэтому на сегодняшний день особенную актуальность приобретает работа по созданию эффективных отечественных аналогов сцинтилляционных коктейлей с удовлетворительными счетными характеристиками.

Цель работы. Специалистами НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ (г. Обнинск) и ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в настоящее время проводятся экспериментальные исследования по разработке отечественных сцинтилляционных коктейлей для измерения активности радионуклидов тритий и радиоуглерод, а также исследования по

сравнению счетных характеристик различных сцинтилляционных коктейлей зарубежного и отечественного производства.

Материалы и методы. В ходе сравнительного исследования сравнивались два сцинтилляционных коктейля: зарубежный «Ultima Gold AB» (Perkin Elmer, США), на котором откалибровано большинство ЖС-спектрометров в Российской Федерации [3], и отечественный аналог «ЛИРА-1», разработанный специалистами НИЦ «Курчатовский институт» – ВНИИРАЭ (патент РФ на изобретение № 2815227, МПК-G01T 1/204, G09K 11/06, от 12.05.2023 г.).

Сравнивались следующие характеристики: 1) смешиваемость сцинтилляционного коктейля с различными типами проб; 2) устойчивость сцинтилляционного коктейля к цветовому гашению; 3) параметр гашения tSIE (transformed Spectral Index of External Standard); 4) результаты измерения различных порядков известной активности раствора трития в счетных образцах, подготовленных на основе сцинтилляционных коктейлей «Ultima Gold AB» и «ЛИРА-1», а также скорости счета (CPM: count per minute – число импульсов в минуту, которые улавливает спектрометр) в энергетическом диапазоне трития (0-18,6 кэВ).

Измерения проводились на базе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России специалистами лаборатории «Радиационной безопасности персонала» на жидкосцинтилляционном альфа-, бета-спектрометре Tri-Carb 3180 TR/SL.

Результаты:

1. Сцинтилляционный коктейль «ЛИРА-1» продемонстрировал лучшую смешиваемость с различными типами проб, чем коктейль «Ultima Gold AB».

2. Устойчивость к гашению коктейля «ЛИРА-1» оказалась на 10-23% ниже, чем у коктейля «Ultima Gold AB». При этом «ЛИРА-1» обладает более высоким (на 30% выше, чем у «Ultima Gold AB») начальным гашением, обусловленным, по всей видимости, самим составом коктейля.

3. Эффективность счета для наборов стандартов гашения, подготовленных на основе коктейля «ЛИРА-1», оказалась в 1,2÷1,3 раза ниже, чем эффективность счета для набора стандартов гашения, подготовленных на основе коктейля «Ultima Gold AB».

4. Результаты измерения активности раствора трития в счетных образцах, подготовленных на основе коктейля «Ultima Gold AB» и коктейля «ЛИРА-1» совпадают в пределах погрешности в 92% измерений.

5. Значения СРМ при измерении счетных образцов с коктейлем «ЛИРА-1» при использовании как стеклянных, так и пластиковых виал, оказались меньше на 23%, чем значения СРМ при измерении счетных образцов на основе «Ultima Gold AB», что обусловлено более высоким уровнем начального гашения сцинтилляционного коктейля «ЛИРА-1».

Выводы. В результате проведенного сравнительного исследования сцинтилляционного коктейля «Ultima Gold AB» фирмы Perkin Elmer (США) и разработанного отечественного коктейля «ЛИРА-1» (РФ) была показана возможность использования коктейля «ЛИРА-1» в качестве аналога коктейля «Ultima Gold AB» при измерении радионуклида тритий методом жидкосцинтилляционной спектрометрии.

Однако в ходе исследования был обнаружена летучесть компонентов сцинтилляционного коктейля «ЛИРА-1» из пластиковых виал. В связи с этим, счетные образцы на основе коктейля «ЛИРА-1» в пластиковых виалах рекомендуется измерять в течение первых двух-трех суток после их подготовки. Стеклянные виалы рекомендуется использовать для измерения счетных образцов на основе «ЛИРА-1» с активностью трития не ниже 1 Бк/мл, поскольку ^{40}K, содержащийся в стекле, увеличивает фон измерения.

Список использованных источников:

1. Екидин А.А., Жуковский М.В., Васянович М.Е. *Идентификация основных дозообразующих радионуклидов в выбросах АЭС.* Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2016. № 2 (120) С. 106-108.
2. Барчуков В.Г., Кочетков О.А., Кабанов Д.И., Максимов А.А., Кузнецова Л.И., Еремина Н.А., Березин С.В. *Оценка содержания трития и его соединений в грунте и растительности в регионе АЭС с реакторами типа ВВЭР*. Медицина труда и промышленная экология. 2021. № 9 (61) С. 605-610.
3. С.В.Малиновский, И.А.Каширин. *Жидкосцинтилляционная спектрометрия. Современное состояние в Росси.* АНРИ. 2024. № 2 (117). С.3-16.

ОБЪЁМНАЯ АКТИВНОСТЬ ^{137}Cs и ^{241}Am В АЭРОЗОЛЯХ ВОЗДУХА НА ТЕРРИТОРИИ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

С.А. Калиниченко[1], В.Н. Калинин[1], С.А. Тагай[1],
О.А. Шуранкова[1], В.Н. Бортновский[2]

[1]Полесский государственный радиационно-экологический заповедник, г. Хойники, Республика Беларусь
[2]ГомГМУ, г. Гомель, Республика Беларусь

Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (ПГРЭЗ) в Республике Беларусь расположен на территории 30-километровой зоны ЧАЭС, в его состав входят участки земель трех наиболее загрязненных радионуклидами районов Гомельской области – Брагинского, Хойникского и Наровлянского. Общая площадь ПГРЭЗ в современных границах состоит из заповедной зоны 149 тыс. га и экспериментально-хозяйственной зоны 68 тыс. га.

Для контроля загрязнения радионуклидами приземного слоя воздушной среды на территории ПГРЭЗ проводится отбор проб воздуха. Особое внимание уделяется местам работы персонала заповедника при осуществлении пылеобразующих операциях экспериментально-хозяйственной, лесохозяйственной деятельности, а также в рабочих зонах хозяйственно-производственных помещений и в случае обнаружения участков возгораний.

Цель исследований – оценка содержания ^{137}Cs и ^{241}Am в аэрозолях воздуха на объектах экспериментально-хозяйственной и лесохозяйственной деятельности ПГРЭЗ.

Материалы и методы. Отбор проб аэрозолей выполнялся путём аспирации воздуха со скоростью потока 100-130 м^3/ч через тонковолокнистый фильтр размером 270×230 мм с использованием устройства VOPV-12 (VF Nuclear, Czech). [1] Измерение активности ^{137}Cs (E_γ=661 кэВ) и ^{241}Am (E_γ=59,6 кэВ) в аэрозольных фильтрах проводилось на γ-спектрометре Canberra с использованием полупроводникового детектора и программного обеспечения Genie-2000. Расчёт эффективности регистрации выполнялся

методом математического моделирования с применением программного обеспечения LabSOCS [2].

Результаты. Исследования по оценке уровней загрязнения ^{137}Cs и ^{241}Am аэрозолей воздуха осуществлялись в период март-сентябрь 2024 года. Отбор проб аэрозолей выполнялся при чистке котлов в рабочих помещениях котельных (2 шт.), на зерноскладе (1 шт.), на открытой территории научного корпуса (3 шт.), на противопожарных разрывах (4 шт.), при посеве и уборке культур (3 шт.), на участках горельников (7 шт.). Результаты статистической обработки данных представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры распределения концентрации твердых частиц и объемной активности Ао радионуклидов ^{137}Cs и ^{241}Am в аэрозолях воздуха при выполнении рабочих операций на территории ПГРЭЗ. Число отобранных проб аэрозолей воздуха –20 шт.

Параметры	Ср. ариф.	Ср. геом.	Станд. откл.	Макс.	Мин.
Объём воздуха, **м^3**	478	354	471	1873	200
Масса аэрозоля, **мг/м^3**	1,541	0,546	2,526	8,516	0,008
Ао ^{137}Cs, **Бк/м^3**	$1{,}69\cdot10^{-2}$	$3{,}44\cdot10^{-3}$	$2{,}36\cdot10^{-2}$	$8{,}70\cdot10^{-2}$	$8{,}50\cdot10^{-5}$
Ао ^{241}Am, **Бк/м^3**	$2{,}81\cdot10^{-4}$	$2{,}27\cdot10^{-4}$	$2{,}33\cdot10^{-4}$	$5{,}50\cdot10^{-4}$	$1{,}33\cdot10^{-4}$

Результаты показали, что присутствие трансуранового элемента ^{241}Am в аэрозолях воздуха отмечено только в трех пробах, которые отбирались на более загрязненных участках территории заповедника. Средние и максимальные уровни объемной активности Ао ^{137}Cs на 1-2 порядка величины превышают аналогичные параметры Ао ^{241}Am (таблица 1). Максимальные значения Ао ^{137}Cs отмечены для рабочих помещений котельных – $4{,}0\cdot10^{-2}$ Бк/м^3 и зерносклада – $8{,}7\cdot10^{-2}$ Бк/м^3, а максимальные Ао ^{241}Am получены на противопожарных разрывах в южной части заповедника – $5{,}5\cdot10^{-4}$ Бк/м^3.

Заслуживает внимания сравнение полученных массовых показателей содержания твердых частиц в аэрозолях воздуха с гигиеническими показателями предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих

веществ в атмосферном воздухе [3]. Так средняя ариф. концентрация пыли в аэрозолях воздуха, отобранных при выполнении рабочих операций на территории ПГРЭЗ, составила 1,5 мг/м^3, что в 10 раз превышает ПДК **0,15 мг/м^3** для среднесуточных **ПДК твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)**. При этом максимальная концентрация пылевых частиц 8,5 мг/м^3, установленная при работе на зерноскладе, почти в 30 раз превышает показатель максимально-разовой ПДК **0,3 мг/м^3** для твердых частиц. Минимальные концентрации пыли 0,008 мг/м^3 отмечены для открытой территории научного корпуса.

Выводы. Установленные параметры объемной активности Ao ^{137}Cs и ^{241}Am в аэрозолях воздуха при выполнении рабочих операций в течение 2024 года на территории ПГРЭЗ являются важными показателями для оценки вклада этих радионуклидов в годовую ожидаемую дозу внутреннего облучения путем ингаляционного поступления в организм работников [4, 5]. Сравнение показателей содержания твердых частиц в аэрозолях воздуха с гигиеническими нормативами выявило превышение ПДК твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) в воздухе рабочей зоны при выполнении пылеобразующих операций. Таким образом, для минимизации вреда здоровью персонала, занятого при выполнении пылеобразующих операций, необходимо строгое и обязательное применение средств усиления защиты органов дыхания работников.

Список использованных источников:

1. СТБ 1058-2016 Радиационный контроль. Отбор проб атмосферного воздуха. Общие требования: утв. и введ. в действ. постановл. Гос. комитета по стандартиз. Республики Беларусь от 29.12.2016 № 96. – Минск: БелГИМ – 8 с.
2. МВИ МН 3151 – 2009 Методика выполнения измерений удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ^{137}Cs и ^{241}Am в почве, донных отложениях и других объектах окружающей среды на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами с бериллиевым или композитным углеродным окном. Утверждена. 31.05.2010.
3. Нормативы предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 08.11.2016 № 113.
4. Калиниченко, С.А. Оценка параметров ресуспензии радионуклидов при выполнении мероприятий по содержанию территории зоны отчуждения ЧАЭС/ С.А. Калиниченко, В.Н. Калинин, В.Н. Забродский // Известия ГГУ имени Ф. Скорины. Естественные науки, №3 (138), Гомель, 2023. – С. 21–27.
5. Нилова Е.К., Бортновский В.Н., Тагай С.А. и др. ^{241}Am и ^{137}Cs на территории Хойникского района Беларуси: оценка радиоэкологической обстановки на современном этапе ситуации существующего облучения // Радиационная гигиена. 2021. Т. 14, № 4. С. 17-30.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА НАСЕЛЕНИЯ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО РАДОНООПАСНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Л.Э. Карл[1,2], Т.Н. Лащенова[1,3]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России, г. Москва, РФ
[3]РУДН, г. Москва, РФ

Введение. На территории России и бывших стран СНГ находятся объекты по добыче урановых руд, находящиеся на разных стадиях жизненного цикла. Особую озабоченность вызывают объекты ядерного наследия (ОЯН) [1], которые выведены из эксплуатации в соответствии с нормативными требованиями того периода времени и по проектам прошлых лет. Территории расположения ОЯН могут быть потенциально радоноопасными.

Деятельность предприятий по добыче и переработке урана приводит к загрязнению территорий ЕРН, создавая условия для формирования повышенной потенциальной радоноопасности. Исследования влияния ^{222}Rn и его ДПР на здоровье населения достоверно показано в работах [2, 3]. Радиоэкологическая и гигиеническая оценка состояния таких территорий является основой для снижения дозовой нагрузки и важной актуальной задачей для защиты населения. В работе в качестве объектов исследования

выбрали территории проживания населения в районе ОЯН по добыче золота и монацита (город Балей Забайкальского края) и территории предприятия по добыче урана ЛПО «Алмаз» (город Лермонтов Ставропольского края).

Целью работы. Оценка степени опасности для населения, проживающего на потенциально радоноопасных территориях.

Материалы и методы. Радиационное обследование территории проводили по мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ). На открытой местности измеряли плотность потока ^{222}Rn с поверхности грунта (ППР), удельную активность ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K в горных породах. Отбор проб воздуха проводили в помещениях жилых и общественных зданий интегральным методом с комплекта аппаратуры «ТРЕК-РЭИ-1М». Радиационно-гигиеническую оценку помещений проводили по $ЭРОА_{Rn}$ и по $СГЭД_{Rn}$ в помещениях для каждой группы, индивидуальный пожизненный риск (ИПР) рассчитывали по МР 2.6.1.0145-19. Объем исследования составил: $ОА_{Rn}$ в помещениях общественных и жилых зданий в теплый и отопительный период, начиная с 2016 в городе Балей, Забайкальский край – 1296 изм., в городе Лермонтов – 3236 изм., также МАЭД ГИ – 165 изм.; ППР – 119 изм.; уд. активности ^{226}Ra,^{232}Th,^{40}K – 120 проб почвы и грунтов.

Результаты. Результаты измерения $ОА_{Rn}$ в помещениях зданий, где проживает население на обеих территориях, показали, что медиана значений $ЭРОА_{Rn}$ в помещениях Балей составила 107 Бк/м^3, при доверительном интервале от 94 до 120 Бк/м^3, при среднем значении на 1-ых этажах – 123 Бк/м^3, что не превышает нормируемый показатель; но максимальное – 2087 Бк/м^3 выше в 10,4 раз 200 Бк/м^3. В Лермонтове $ЭРОА_{Rn}$ меняется от 111 до 127 (med=119) Бк/м^3, что не превышает нормируемый показатель 200 Бк/м^3 при средних значениях на первых этажах – 153 Бк/м^3, максимальное до 1980 Бк/м^3, что выше в 9,9 раз. Выявили, что основные превышения сосредоточены на первых этажах шлакоблочных одноэтажных зданий, деревянных одноэтажных и кирпичных 2,3-х этажных. Превышения на верхних этажах связаны с использованием для строительства песка из отвалов горнодобывающего производства, содержащих высокие концентрации ^{238}U и ^{232}Th. Контроль строительных материалов по радиационному фактору в то время не был организован. Все превышения выявлены в зданиях старого года постройки, без организованных подвалов, с нарушенными перекрытиями, что

позволяет радону свободно поступать в здания, содержание которого на первых этажах напрямую характеризуют скорость его поступления из почвы и зависит на этих территориях, в основном, от содержания ^{226}Ra. Пространственное распределение ^{226}Ra положили в основу деления территории по потенциальной радоноопасности. В работе разработана система оценки степени потенциальной опасности территории по радиоэкологическим критериям, в зависимости содержания ^{226}Ra в горных породах, которые пропорционально определяют объёмную активность ^{222}Rn и его ДПР в помещениях на 1 этажах зданий с нарушениями в перекрытиях: Ауд ^{226}Ra меньше 36 Бк/кг – 1 тип территории, допустимая; от 36 Бк/кг до 85 Бк/кг – 2 тип, повышенная; Ауд ^{226}Ra больше 85 Бк/кг – 3 тип, высокая степень радоноопасности.

На основе проведенного анализа данных предложили для проектируемых, эксплуатируемых и аварийных территорий референтные показатели в зависимости от $A_{уд}$ ^{226}Ra, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Референтные показатели для оценки степени потенциальной радоопасности территории

Классификация*	Нормируемые			Реальные	Референтные
Параметр	$ЭРОА_{Rn}$*	СГЭД**	ППР	$СГЭД_{реал}$***	$A_{уд}$ ^{226}Ra
Ед. изм.	Бк/м^3	мЗв/год	мБк/м^{2}с	мЗв/год	Бк/кг
Проектируемые	до 100	5	80	до 6,4	40
Эксплуатируемые	100-200	5-10	250	6,4-12,8	40-85
Аварийные	<200	<10	<250	>12,8	>85

* – НРБ-99/2009;
** – ОСПОРБ-99/2010;
*** – СГЭД, реальная, рассчитанная МУ 2.4.1.1088-02

Выводы. Соблюдение предложенных референтных пказателей позволит защищать население, снизить радиационную нагрузку на население, создадут

условия для оптимизации объёма мониторинга, создадут условия для принятия управленческих решений для администрации регионов. В работе предложен комплекс мероприятий по защите населения от радона.

Список использованных источников:

1. Романович, И. К. Ликвидация ядерного наследия: радиационно-гигиенические критерии безопасности дезактивированных участков территории, зданий и сооружений / И. К. Романович // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 4. – С. 21-26.
2. Карпенко, Е. И. Комплексная оценка радиационного воздействия объектов ядерной энергетики на окружающую среду и человека: специальность 03.01.01 "Радиобиология": диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Карпенко Евгений Игоревич, 2020. – 317 с.
3. Заболеваемость детского населения г. Лермонтова, расположенного в районе "уранового наследия" / А. М. Лягинская, Н. К. Шандала, А. В. Титов [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2021. – № 5. – С. 78-84.

КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ

А.Ю. Комаров, П.П. Ганцовский, Н.К. Мазурин, А.Г. Цовьянов, А.О. Лебедев

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

На данный момент в связи с повышенной вероятностью ударов по инфраструктурам АЭС и увеличением числа испытаний ядерных энергетических установок требуются мобильные лаборатории радиационного контроля для оперативного проведения исследований радиационной обстановки в целях обеспечения радиационной безопасности персонала и населения. Развитие дозиметрической и спектрометрической аппаратуры позволяет качественно на новом уровне создавать передвижные мобильные комплексы радиационного контроля для оперативного исследования основных параметров радиационной обстановки, определяющих внешнее и

внутреннее облучение людей. Данное обстоятельство позволяет расширить стандартный набор средств измерений и методик, применяемых в мобильных комплексах для проведения более подробных и своевременных исследований радиационной обстановки.

Цель работы. Разработка мобильного комплекса радиационного контроля, предназначенного для своевременного получения информации о радиационной обстановке при проведении работ в труднодоступных районах с неблагоприятными климатическими условиями. Предлагаемый комплекс обеспечит принятие своевременных решений по защите персонала и населения на основании результатов оперативной оценки радиоактивного загрязнения окружающей среды и прогнозируемых доз облучения человека при возникновении аварийных ситуаций.

В докладе представлена реализованная концепция мобильного комплекса на основе автомобиля повышенной проходимости Газ Некст 4х4 Садко. В состав разработанного мобильного комплекса включены: средства измерения, испытательное и вспомогательное оборудование, специальное оборудование, а также наборы применяемых методик для анализа и пробоподготовки. Предлагаемый мобильный комплекс, оснащённый всем необходимым для автономной работы, обеспечит проведение исследований в труднодоступных регионах.

ПРОБЛЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗОТОПОВ УРАНА, ПЛУТОНИЯ И АМЕРИЦИЯ В ПРОБАХ БИОСУБСТРАТОВ ПРИ РАБОТЕ С НОВЫМИ ВИДАМИ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

А.А. Корнева, А.Е. Карев, Е.А. Корнева,
М.Д. Балакин, Н.К. Мазурин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В настоящее время разрабатываются и вводятся в эксплуатацию новые виды ядерного топлива: МОКС, СНУП, РЕМИКС и другие. Согласно ОСПОРБ 99/2010 и НРБ 99/2009, необходимо обеспечить радиационную безопасность персонала. Уже на этапе ввода в эксплуатацию новых установок

необходимо проведение индивидуального дозиметрического контроля (ИДК). Основным фактором облучения для некоторых работников являются инкорпорированные изотопы плутония и минорных актинидов. Различия физико-химических свойств новых видов топлива по сравнению с оксидным могут привести к изменениям в биокинетике радионуклидов в организме человека. Таким образом, при проведении ИДК внутреннего облучения необходимо стремиться к определению как можно меньшего поступления радионуклидов.

Согласно рекомендация МАГАТЭ GSG-7 основным методом контроля поступления изотопов урана, плутония и америция в организм работников является анализ проб мочи. К преимуществам этого метода можно отнести легкость отбора проб, относительную простоту анализа. Другим вариантом контороля является исследование проб кала. Кал достаточно трудный для анализа объект исследований. Существующие методики предполагают исследование небольших проб кала (20-30 г). Ранее проведенные исследования физико-химических свойств СНУП-топлива, показали возможное пероральное поступление радионуклидов в виде крупных частиц в организм работников. GSG-7 рекомендует отбор проб кала в течение 3-4 дней в связи с нестабильностью суточного количества кала. Исследования кала обладают рядом недостатков:

- нет оснований считать кал гомогенной пробой;
- увеличенный объем контроля;
- сложный и длительный анализ;
- необходимо проанализировать пробу массой около 150 г и больше.

Но при этом уровни выведения радионуклидов из организма с калом гораздо выше, чем с мочой. При необходимости более точного контроля поступления плутония и америция, например в случае работы с новыми видами топлива, исследования проб кала информативнее.

Решением указанных выше проблем может стать оптимизация методики исследования проб кала с использованием современных подходов к определению альфа-излучающих радионуклидов в пробах.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРОВЕДЕНИЯ РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ В СООТВЕТСТВИИ С РЕКОМЕНДАЦИЯМИ МАГАТЭ

Е.А. Корнева, А.Г. Цовьянов, А.Ю. Комаров,
В.Е. Журавлева, М.Д. Балакин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Специалисты ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России неоднократно выступали с докладами о необходимости гармонизации нормативных документов, касающихся ионизирующих излучений, с международными рекомендациями, в том числе со стандартами безопасности МАГАТЭ. В 2018 г МАГАТЭ опубликовало основные рекомендации по безопасности GSG-7 “Occupational Radiation Protection”, касающиеся обеспечения радиационной безопасности работников. Документ отражает действующие международно-признанные принципы и рекомендуемую передовую практику в области радиационной защиты на производстве с учетом концептуальных изменений и технологических усовершенствований, произошедших за последнее десятилетие. Руководство содержит общие рекомендации по разработке программ радиационной защиты на предприятиях, а также дается подробное руководство по мониторингу и оценке облучения работников внешними источниками излучения и в результате поступления радионуклидов. Особое внимание уделено контролю качества проводимых мероприятий по обеспечению радиационной безопасности.

Качество проводимых работ обеспечивается беспристрастностью, независимостью, а также следованием требованиям внедренной в деятельность подразделения системы менеджмента качества (СМК). Но, наличие СМК само по себе не гарантирует соблюдение всех обязательных процедур и, таким образом, необходим регулярный контроль работы подразделения. Базовые статистические методы (например, анализ распределений и средних значений, воспроизводимости и повторяемости и т.д.) могут быть использованы на постоянной основе для мониторинга общей эффективности системы. В качестве процедур контроля могут быть использованы повторные анализы объектов, возможно с использованием иных

методов или оборудования, анализ образцов для контроля, экспертные проверки полученных результатов. Внутренние аудиты являются одним из важнейших методов контроля деятельности подразделения, позволяющий самостоятельно выявить несоответствия и своевременно их устранить. Программа внутренних аудитов должна покрывать всю деятельность подразделения. Независимость внутренних аудитов может быть обеспечена привлечением других подразделений организации. Результаты контроля должны быть зафиксированы в качестве доказательства подконтрольности производственного процесса.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КЛАССИФИКАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ВЫВОДУ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

Д.А. Кудинова, В.Г. Барчуков, В.Н. Клочков,
А.А. Болотов, Е.Н. Жирнов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Обеспечение безопасного вывода из эксплуатации радиационно опасных объектов (РОО) является приоритетной задачей в области радиационной защиты. С каждым годом растет число объектов, требующих вывода из эксплуатации из-за их физического износа и морального устаревания, что повышает риски для окружающей среды и здоровья людей. Ключевую роль в этом процессе играют радиационно-гигиенические меры, такие как мониторинг уровней радиации, оценка доз облучения для персонала и населения, управление рисками радиоактивного загрязнения. Эти меры регулируются сложной системой нормативных документов, стандартов и методических указаний, что требует комплексного и системного подхода к обеспечению радиационной безопасности. Эффективное управление документацией становится критически важным для защиты здоровья работников и населения, а также для успешного выполнения мероприятий по выводу объектов из эксплуатации в строгом соответствии с установленными требованиями.

В настоящий момент существует более 200 документов, регламентирующих ВЭ РОО. Отсутствие классификация этих документов приводит к ряду проблем прямо или косвенно влияющих на процесс ВЭ РОО. К ним можно отнести:

– Неполнота и несогласованность документации, отсутствие единого подхода к структуре и содержанию документов, что приводит к различиям в интерпретации требований и затрудняет их применение на практике. Кроме этого, возможно дублирование или противоречия между документами, конфликты между различными нормативами или их устаревшими версиями.

– Сложности поиска и использования документации. Без классификации трудно найти нужные документы среди большого объема нормативных актов. Увеличиваются временные и трудозатратные расходы на анализ и идентификацию актуальных требований.

– Нарушение регуляторных требований. При отсутствии чёткой системы классификации возрастает риск пропуска важных требований при выводе объекта из эксплуатации. Это может привести к штрафным санкциям, задержкам в реализации проектов и даже к созданию экологических и радиационных угроз.

– Сложности при внедрении инновационных подходов. Невозможно эффективно интегрировать новые методы, включая использование искусственного интеллекта и автоматизации, из-за отсутствия систематизации нормативов.

– Повышение риска ошибок из-за неправильного понимания или применения требований.

– Негибкость и трудности адаптации к изменениям. В случае изменения законодательства или новых научно-технических разработок становится трудно быстро адаптировать нормативную базу.

Нами разрабатывается автоматизированная система классификации нормативных документов по ВЭ РОО на базе веб-приложения – портал «Заря». На первом этапе был собран большой массив доступных в настоящее время документов ВЭ РОО. Название этих документов и изображение титульного листа были сохранены в базе данных, разработанной на базе PostgreSQL. Каждому нормативному документу присваиваются следующие атрибуты:

– Уникальный код документа – например, FZ-03/2024 для федерального закона.

– Тип документа – закон, стандарт, инструкция, методические рекомендации и т.д.

– Дата издания и дата вступления в силу.

– Орган, утвердивший документ – например, Ростехнадзор, Минэкологии, МАГАТЭ.

– Статус – действующий, утратил силу, проект.

– Сфера применения – радиационная безопасность, обращение с РАО, экологический мониторинг и др.

Далее на программном языке REACT было разработано приложение, которое позволяет создать различные уровни документов и в интерактивном режиме разместить документы в нужную ячейку созданной иерархии.

В текущей версии системы для классификации использовалось распределение документов, состоящее из 5 уровней важности, представленных в таблице 1. Помимо представленных в таблице типов документов были также использованы документы МКРЗ, НКДАР ООН.

Таблица 1 – Уровни важности документов по радиационной безопасности

Номер уровня	Название уровня	Типы документов
Уровень 1	Основополагающие принципы обеспечения безопасности	Федеральные законы РФ, Федеральные нормы и правила, IAEA Safety Fundamentals
Уровень 2	Общие требования к обеспечению радиационной безопасности	Указы и распоряжения Президента РФ, IAEA General Safety Requirements
Уровень 3	Специализированные требования безопасности	Постановления и распоряжения Правительства РФ, IAEA Specific Safety Requirements
Уровень 4	Общие руководства по безопасности	Межведомственные и ведомственные нормативные документы, IAEA General Safety Guides
Уровень 5	Специальные руководства, стандарты и методические рекомендации по безопасности	Государственные стандарты, распоряжения и методические указания органов регулирования безопасности, IAEA Specific Safety Guides

В дальнейшем планируется добавить гибкую систему классификации по различным категориям. Например, классификация по назначению, а также другие типы классификаций с использованием нейросетевых технологий поиска и доступа к нормативным документам.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕКТА НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Т.И. Кучерская, М.Ю. Комбарова

ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Ленинградская область, г.п. Кузьмоловский, РФ

Актуальность. К объектам накопленного вреда окружающей среде, согласно федеральному закону № 7-ФЗ, относятся территории и акватории, на которых выявлен накопленный вред окружающей среде, а также районы размещения отходов, являющиеся источником накопленного вреда окружающей среде и объекты капитального строительства. Существование объектов НВОС на территории РФ сказывается негативными последствиями для окружающей среды и здоровью населения, проживающему на данных территориях [1, 2, 3].

Одной из глобальных проблем экологической ситуации является загрязнение территорий ртутью, в связи с возможным ее распространением и миграцией в объекты окружающей среды на территориях различного назначения [4, 5].

Цель исследования. Подтвердить необходимость мероприятий по снижению загрязнения объектов окружающей среды на территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское.

Материалы и методы исследования. Для исследования содержания ртути в объектах окружающей среды отобраны почва и атмосферный воздух на территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское. Оценка содержания химического токсичного элемента произведена в соответствии с основным критерием – предельно-допустимой концентрацией (ПДК).

Результаты и обсуждение. На территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское источником загрязнения ртутью длительное время был цех ртутного электролиза предприятия ООО «Усольехимпром». Более 25-ти лет в процессе производства хлора и каустика методом ртутного электролиза в окружающую среду попало более 1 400 тонн тяжелых металлов. Хотя работа цеха ртутного электролиза прекращена в 1998-м году, оценка результатов

содержания ртути в пробах выявила, что к 2019 году промышленная площадка осталась местом накопленного ртутного загрязнения.

На 2019 год среднее содержание ртути в пробах почв, отобранных в районе расположения цеха ртутного электролиза, составило 25,1 мг/кг, при этом максимальная концентрация зафиксирована на отметке 68,7 мг/кг, с кратностью ПДК в 11,9 и 32,7 раз соответственно. Атмосферный воздух отбирался с северо-восточной, юго-восточной, юго-западной и северо-западной сторон расположения цеха. Наибольшее среднее содержание ртути отмечено в пробах, отобранных с юго-восточной стороны – 0,0047 мг/м^3 с максимальной концентрацией ртути – 0,017 мг/м^3, с кратностью ПДК в 15,6 и 56,6 раз соответственно. В период исследования на территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское проводились мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения объектов окружающей среды.

Несмотря на это, на 2021 год среднее содержание ртути в пробах почв, отобранных в районе расположения цеха ртутного электролиза, составило 7,5 мг/кг с максимальной концентрацией ртути 17,1 мг/кг, с кратностью ПДК 3,5 и 8,1 раз соответственно. Наибольшее среднее содержание ртути в атмосферном воздухе также отмечено в пробах, отобранных с юго-восточной стороны, с концентрацией 0,007 мг/м^3, при этом максимальная концентрация зафиксирована на отметке 0,01 мг/м^3, с кратностью ПДК в 23,3 и 33,3 раз соответственно.

Заключение. Таким образом, несвоевременное устранение экологического ущерба после прекращения деятельности цеха ртутного электролиза на территории привело к накопленному загрязнению объектов окружающей среды ртутью. Оценка данных проб почв и атмосферного воздуха, отобранных в районе расположения цеха ртутного электролиза на территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское, свидетельствует о сохраняющемся значительном ртутном загрязнении в районе расположения данного цеха после проведения работ по устранению загрязнения ртутью территории промышленной площадки. Установлено, что мониторинг территории объекта накопленного вреда окружающей среде необходимо проводить и после окончания ликвидационных мероприятий.

Список использованных источников:

1. *Алыкова О.И.,* Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 1. Государственный реестр ОНВОС// Астраханский вестник экологического образования. - 2021. - № 2(62):88–113.

2. *Алыкова О.И.,* Чуйкова Л.Ю., Чуйков Ю.С. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Сообщение 2. Анализ ситуации// Астраханский вестник экологического образования. - 2021. - №2 (62): 114–37.
3. Сидорова А.Ю., Макарова Е.А. Объекты накопленного экологического вреда в России – сегодня и завтра // Актуальные вопросы зоологии, экологии и охраны природы. Материалы научно-практической конференции с международным участием. -2020. – С. 184-191.
4. Кучерская Т.И., Аликбаева Л.А. «Характеристика территорий накопленного ртутного загрязнения»// Сборник научных трудов VII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы гигиены». – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова. – 2022. – С.123-126.
5. Ракитский В.Н., Синицкая Т.А., Скупневский С.В. Современные проблемы загрязнения ртутью окружающей среды (обзор литературы)// Гигиена и санитария. -2020. -№5. – С. 460-467.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ Г. МОСКВЫ

З.А. Лантух, К.В. Толкачев, Ю.В. Дружинина
И.В. Солдатов, С.А. Рыжов

ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», г. Москва, РФ

Актуальность. В настоящее время программное обеспечение мониторинга доз облучения пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований (ПО МД) активно используется и внедряется в разных странах. Современное ПО МД обладает широким функционалом для автоматизированного сбора, хранения и анализа данных по дозам облучения пациентов в отделениях лучевой диагностики и ядерной медицины. В публикациях [1-4] описана необходимость внедрения подобного ПО, приведены основные технические требования к ПО МД, а также рекомендации по внедрению и использованию. Однако на территории Российской Федерации нормативные требования к применению ПО МД в

настоящее время отсутствуют, это создает определенные трудности внедрения в практику. В связи со спецификой применения принципов обоснования и оптимизации РБ в Российской Федерации и уникальной действующей системой Единой системы контроля индивидуальных доз (ЕСКИД) актуальным является разработка отечественного ПО МД.

Целью работы являлась разработка информационной системы, позволяющей решать существующие проблемы в учете и анализе работы отделений лучевой диагностики в части радиационной безопасности пациента.

Материалы и методы. Для разработки использовались ресурсы цифровой инфраструктуры московского здравоохранения: радиологическая информационная система – единый информационный радиологический сервис (ЕРИС ЕМИАС), единая медицинская информационная система г. Москвы (ЕМИАС), система визуализации данных Dashboard. Прототипом разработанной системы послужили основы, обозначенные в работе Е.Н. Соколова и соавт. [5], однако в модель были внесены существенные изменения характерные для актуальной информационной инфраструктуры здравоохранения г. Москвы.

Результаты. Разработанная система ведет цифровой учет доз пациентов от рентгенорадиологических исследований, проводимых в медицинских организациях г. Москвы. Доза облучения пациента хранится в документах: электронном листе учета дозовой нагрузки, заключении врача-рентгенолога и технических записях рентгенолаборанта, что соответствует требованиям нормативных документов [6-8].

Благодаря разработанной системе в одном информационном пространстве взаимодействуют: врач, направляющий на исследование (врач-клиницист), сотрудник проводящий исследование (рентгенолаборант, процедурная медицинская сестра, врач РЭДЛ), врач, описывающий результаты исследования (врач-рентгенолог или врач-радиолог), сотрудник, дающий пояснения по уровню радиационного воздействия и рискам с ним связанными (медицинский физик) и пациент. Каждый из них влияет на конечный результат диагностики и величину полученной пациентом эффективной дозы. Врач-клиницист, врач-рентгенолог, рентгенолаборант и пациент создают контур проведения исследования. В предлагаемой системе медицинский физик также производит сбор, анализ и передачу статистической информации. Медицинский физик и врач-рентгенолог – контур аудита качества и безопасности исследования.

Визуализация цифровых данных о дозе облучения пациента с помощью информационных панелей Dashboard позволяет медицинскому физику проводить аудит исследований на предмет отклонения от технологической методики, проверять физико-технические параметры процедуры, устанавливать референтные диагностические уровни для оптимизации доз облучения пациенто, отслеживать случаи многократного облучения пациентов и строить аналитические отчеты. Данные работы возможно проводить дистанционно, что особенно актуально в условиях оказания телемедицинских диагностических исследований.

Кроме практического применения указанными специалистами при работе отделений лучевой диагностики, система может быть использован как источник данных для построения прогностических моделей санитарно-эпидемиологического благополучия населения в части радиационной безопасности при медицинском облучении и фундаментальных научных исследований по влиянию доз облучения при проведении лучевой диагностики на развитие различных заболеваний, в том числе онкологического характера.

Таким образом, разработанная система полностью соответствует требованиям принципов обеспечения радиационной безопасности пациента при проведении лучевой диагностики - обоснование и оптимизация.

Список использованных источников:

1. Loose R.W., Vano E., Mildenberger P. et al. Radiation dose management systems –requirements and recommendations for users from the ESR EuroSafe Imaging initiative // European Radiology. – 2021. – Vol. 31, No 4. – P. 21062114. – DOI: 10.1007/s00330-020-07290-x.
2. Fitousi N. Patient dose monitoring systems: a new way of managing patient dose and quality in the radiology department // Phys Med. – 2017. – Vol. 44. – P. 212–221. – DOI: 10.1016/j.ejmp.2017.06.013.
3. Tsalafoutas I.A., Hassan Kharita M., Al-Naemi H., et al. Radiation dose monitoring in computed tomography: status, options and limitations // Phys Med. – 2020. – Vol. 79, No 1. – P. 1–15. – DOI: 10.1016/j.ejmp.2020.08.020.
4. Шатёнок М.П., Рыжов С.А., Лантух З.А., Дружинина Ю.В., Толкачев К.В. Возможности программного обеспечения для мониторинга дозовой нагрузки пациентов в лучевой диагностике // Digital Diagnostics. - 2022. - Т. 3. - №3. - С. 212-230. doi: 10.17816/DD106083
5. Применение аналитических информационных систем. Раздел 1. Система оценки персональных радиационных рисков облучения пациента при

обосновании назначения рентгенологических и радионуклидных исследований: методические рекомендации / Е.Н. Соколов, З.А. Лантух, Ю.В. Дружинина [и др.]; под ред. С.П. Морозова // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 90. – М.: ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 24 с.
6. Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения» (ред. от 11.06.2021 г.). Статья 17. Обеспечение радиационной безопасности граждан при проведении медицинских рентгенорадиологических процедур.
7. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009». – М. : Роспотребнадзор, 2009. – 84 с.
8. СанПиН 2.6.1.1192-03 «Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований». – М. : Роспотребнадзор, 2003. – 50 с.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ 1-ГО ГОДА ЖИЗНИ Г. КУРЧАТОВ ЗА ДЕСЯТИЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2013-2023 ГГ.

П.В. Максимова, Е.Г. Метляев, В.В. Купцов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Курская атомная станция расположена в Курской области в г. Курчатов на берегу р. Сейм. Станция включает в себя 2 эксплуатируемых энергоблока с реакторами типа РБМК-1000. Основным показателем благополучия территории является состояние здоровья населения, проживающего в районе расположения радиационно-опасного объекта. Численность населения города-спутника Курской АЭС в 2023 г. составила 44 186 человек, в том числе 281 ребенок 1-го года жизни. Дети 1-го года жизни – группа населения, высокочувствительная к действию неблагоприятных факторов окружающей среды и для нас является группой «особого внимания». Именно в этот период происходит становление физиологических функций ведущих систем организма, обеспечивающих адаптацию к внешним условиям [1].

Цель: сравнительная оценка состояния здоровья детей 1-го года жизни, проживающих в районе расположения Курской АЭС, за 2013-2017 гг. и 2019-2023 гг.

Материалы и методы. Данные о заболеваемости населения представлены в отчетной форме медицинской статистики № 12 ФГБУ МСЧ № 125 ФМБА России. Созданная нами база данных содержит информацию о заболеваемости населения за два пятилетних периода: 2013-2017 гг. и 2019-2023 гг. Проведена сравнительная оценка имеющихся данных. В ходе статистической обработки были рассчитаны показатели заболеваемости на 1000 чел., средние значения заболеваемости, ошибка средняя арифметическая и t-критерий Стьюдента при условии значимости $p \leq 0,05$.

Результаты. По данным радиационно-гигиенической паспортизации 2022 г. эффективная годовая доза облучения населения г. Курчатов составляла 1,65 мЗв/год. В нее входит облучение от природных источников, которое находилось на уровне 1,06 мЗв/год и составляло 64%, от глобальных выпадений – 0,38 мЗв/год (23%), медицинское облучение – 0,2 мЗв/год (12%), техногенное облучение (Курская АЭС) – $1,66 \cdot 10^{-4}$ мЗв/год (0,01%). Таким образом, можно сделать вывод о незначительном вкладе Курской АЭС в годовую эффективную дозу облучения населения [2].

Заболеваемость детей 1-го года жизни г. Курчатов в 2019-2023 гг. составляла 3978,2±266,6 на 1000 человек со слабовыраженной тенденцией роста и соответствовала верхней границе популяционных оценок заболеваемости по стране в целом. Она имела значительные колебания по годам: от 3373,87 на 1000 человек в 2019 г. до 4967,7 на 1000 человек в 2021 г. Пик заболеваемости зарегистрирован в 2021 г. в период разгара COVID-19. Заболеваемость детей 1-го года жизни г. Курчатов в 2013-2017 гг. составляла 4365,4±134,8 на 1000 человек и была выше, чем по стране в целом – 2586,4-3329,5 на 1000 человек, однако имела тенденцию к снижению [3].

В структуре заболеваемости в 2019-2023 гг. были выделены ведущие классы болезней, которые составили 82,9%. Среди них болезни органов дыхания – 48,1% от всей заболеваемости, болезни кожи и подкожной клетчатки – 10,8%, болезни органов пищеварения – 8,2%, отдельные состояния, возникающие в рассматриваемом периоде – 6,4%, врожденные пороки развития (ВПР) – 6,1%, болезни крови и кроветворных органов – 3,3%. Структура заболеваемости ведущими классами болезней в 2013-2017 гг. отличалась незначительно и составляла 80,4%. Болезни органов дыхания так же занимали первое место 56,1%, на втором месте болезни кожи и подкожной

клетчатки – 8,7%, на третьем месте болезни нервной системы – 5,5% и отдельные состояния перинатального периода – 5,5%, четвертое место занимали болезни органов пищеварения – 4,6%. Структуры заболеваемости детей 1-го года жизни г. Курчатов за оба периода соответствуют популяционным оценкам данной возрастной группы по РФ в целом и практически не отличаются друг от друга.

Заболеваемость врожденными пороками развития – важный показатель, характеризующий влияние негативных факторов окружающей среды на генетический статус населения [4]. В 2019-2023 гг. ВПР составляли 6,1%, что незначительно выше общероссийского показателя (4-6%) [3], в 2013-2017 гг. – 2,9%.

Заключение. Можно сделать вывод, что заболеваемость детей 1-го года жизни, проживающих в районе расположения Курской АЭС, имеет высокий уровень, в 2019-2023 гг. соответствующий верхней границе заболеваемости этой возрастной группы по РФ в целом, а в 2013-2017 гг. превышающий общепопуляционный показатель. Таким образом, нельзя говорить о негативном влиянии атомной станции на состояние здоровья детей 1-го года жизни – группы «особого внимания». Продолжение мониторинга состояния здоровья гарантирует безопасность населения и является требованием российского законодательства.

Список использованных источников:

1. Влияния экологической обстановки на здоровье критической группы населения, проживающего в районе расположения Калининской АЭС / П. В. Максимова, Т. Н. Лащенова, Е. Г. Метляев, В. В. Купцов // Научный авангард: Сборник статей VI Научно-практической конференции и межвузовской студенческой олимпиады, Москва, 25–28 мая 2024 года. – Москва: Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна, 2024. – С. 281-287. – EDN QVDNAN.
2. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации организаций и территорий, обслуживаемых Федеральным медико-биологическим агентством // ФМБА России (И.В. Борисевич, В.Н. Машуков), ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России (А.Г. Цовьянов, А.Г. Сивенков, В.Е. Журавлева). 2023 г. – 35 с.
3. Заболеваемость населения России. Статистические сборники. ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России: официальный сайт – Москва, 1999. –

URL: www.https://mednet.ru (дата обращения 26.08.2020) – Режим доступа: требуется авторизация.
4. Заболеваемость детского населения Г. Лермонтова, расположенного в районе "уранового наследия" / А. М. Лягинская, Н. К. Шандала, А. В. Титов [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2021. – Т. 66, № 5. – С. 78-84. – DOI 10.12737/1024-6177-2021-66-5-78-84. – EDN IUJWSU.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ДЕТСКИХ САДОВ ЗАТО Г. ЛЕСНОЙ

А.Н. Малахова[1], В.В. Шлыгин[1], Ю.Н. Зозуль[1], Ю.С. Бельских[1], С.М. Киселев[1], Е.И. Кайгородов[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России, г. Москва, РФ

Приоритетность надзора за состоянием радиационной безопасности детских учреждений определена в Основах государственной политики по обеспечению ядерной и радиационной безопасности на 2025 года и дальнейшую перспективу. Природный газ радон является одним из основных источников природного излучения, содержание которого нормируется в эксплуатируемых помещениях. Учитывая тот факт, что Свердловская область характеризуется повышенной радоноопасностью, совершенствование контроля в учреждения социальной инфраструктуры является актуальной задачей. Содержание радона в помещениях характеризуется существенной временной вариабельностью, поэтому основным нормируемым показателем является среднегодовой уровень эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона. В рамках скрининговых радоновых обследований всех детских учреждений закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Лесной был применен интегральный метод измерения, позволяющий максимально учесть временную неопределенность оценки нормируемого показателя. На данный момент в практике радиационного контроля центров гигиены и эпидемиологии для оценки нормируемой величины применяется мгновенный метод измерения, основанный на

одномоментных измерениях в отопительном и неотопительном периодах. В связи с этим целесообразно провести сравнительную оценку полученных результатов.

Целью настоящей работы является исследование содержания радона в воздухе помещений детских садов ЗАТО г. Лесной (Свердловская область) по результатам измерений разной длительности.

Материалы и методы. Определение объемной активности радона ($ОА_{Rn}$) в воздухе помещений выполнено интегральным методом с применением пленочных трековых экспозиметров (камеры РЭИ-4 комплекта ТРЕК-РЭИ 1М). Детекторы размещались в помещениях на протяжении отопительного и неотопительного периодов года. При расчете среднегодового значения эквивалентной равновесной объемной активности радона ($ЭРОА_{Rn}$) учтена продолжительность каждого из периодов и использован фактор равновесия F=0,5. Во время установки и снятия экспозиметров в помещениях проведены измерения $ЭРОА_{Rn}$ экспрессным методом (РАА-3-01 АльфаАЭРО). Измерения проводились в условиях штатной работы вентиляции здания. В рамках радиационного контроля исследуемых помещений измеряли мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) с помощью дозиметра-радиометра ДКГ-02У Арбитр М.

Исследования проведены в зданиях, построенных из различных материалов (кирпич, железобетон, шлакоблоки) в период с 1951 по 2007 г. Всего обследовано 26 зданий детских садов ЗАТО г. Лесной. Измерения проведены в 100 помещениях пребывания детей, расположенных на первом этаже одно- и двухэтажных зданий, а также 26 технических помещениях подвального этажа.

Результаты. В обследованных помещениях детских садов мощность амбиентного эквивалента дозы соответствует уровню естественного радиационного фона (медианное значение составило 0,09 мкЗв/ч, максимальное – 0,15 мкЗв/ч) и не превышает значений на открытой местности, что косвенно позволяет заключить об отсутствии влияния природных радионуклидов в строительных материалах на уровень содержания радона в воздухе помещений.

Диапазон значений $ЭРОА_{Rn}$ в помещениях обследованных зданий по данным измерений экспрессным методом составил от <10 до 360 Бк/м^3. В помещениях пребывания детей (игровые комнаты, спальни) $ЭРОА_{Rn}$ изменялось в диапазоне 10 – 100 Бк/м^3 (медианное значение 12 Бк/м^3).

Значения, превышающие нормативный показатель 200 Бк/м^3, отмечены только в технических помещениях подвальных этажей (5% помещений подвалов).

Максимальное среднегодовое значение ЭРОА$_{Rn}$, оцененное по данным накопительных экспозиметров, в помещениях постоянного пребывания детей на первых этажах детских садов составило 190 Бк/м^3 при медианном значении <10 Бк/м^3. В целом в наблюдаемом концентрационном диапазоне наблюдается сходимость средних значений и диапазона разброса результатов экспрессных и интегральных методов измерений по совокупности всех исследуемых помещений. Вместе с тем результаты измерений трековыми экспозиметрами несколько выше, что может быть связано с периодом экспонирования, приходящимся на ночной период, когда вентиляция в учреждениях выключена и происходит естественное накопление радиоактивного газа из грунтов под сооружением.

Анализ зависимости ЭРОА$_{Rn}$ в помещениях постоянного пребывания детей от строительного материала зданий, наличия вентилируемого подвала не выявил значимых закономерностей. Вместе с тем отмечается, что помещения зданий ранней застройки (до 1970 г.) характеризуются более высокими значениями ЭРОА$_{Rn}$. Так, например, зафиксированы наиболее высокие среднегодовые значения ЭРОА$_{Rn}$ (190 и 160 Бк/м^3) из всей выборки по результатам интегральных измерений в помещениях зданий, построенных из шлакоблоков и кирпича в 1954 г. и 1964 г.

Результаты проведенных скрининговых исследований позволяют сделать следующие выводы. Радоновая обстановка в детских садах ЗАТО г. Лесной в целом характеризуется значениями, не превышающими нормативных показателей. Выявлены здания старой постройки из шлакоблоков и кирпича, которые характеризуются повышенным содержанием радона, близким к нормативным значениям. В этих зданиях целесообразно сосредоточить усилия контрольно-надзорных органов для оценки путей поступления радона в воздух помещений и определения целесообразности осуществления радонозащитных мероприятий. В проведенном исследовании уровни содержания радона по результатам экспрессных и интегральных измерений дают сопоставимые оценки в плане общей характеризации детских учреждений по уровню существующей радоновой проблемы. Вместе с тем следует отметить, что надежность результатов интегральных измерений в плане выявления зданий с повышенными уровнями радона в режиме скрининговых исследований выше по сравнению с массово применяемыми в практике радиационного контроля

экспрессными методами, поскольку позволяет минимизировать временную составляющую неопределенности при оценке нормируемого показателя.

Таблица 1 – Медианные ЭРОА в помещениях постоянного пребывания 1 этажа детских садов в зависимости от типа пола и наличия вентиляционных окон в подвальных помещениях

Наличие вентиляционных окон	Период	Пол в подвале		Все подвалы
		Земляной	Бетонированный	
Подвалы с вентиляционными окнами	Отопительный период	<10 (<10-10) 53	<10 (<10-20) 100	<10 (<10-10) 100
	Тёплый период	14 (<10-27) 420	27 (<10-81) 430	15 (<10-28) 430
	Весь год	<10 (<10-14) 160	26 (<10-58) 190	<10 (<10-15) 190
Подвалы без вентиляционных окон	Отопительный период	<10 (<10-25) 45	<10 (<10-10) 220	<10 (<10-10) 220
	Тёплый период	16 (<10-27) 44	14 (<10-32) 100	14 (<10-27) 100
	Весь год	<10 (<10-26) 36	<10 (<10-23) 150	<10 (<10-20) 150
Все подвалы	Отопительный период	<10 (<10-10) 53 52	<10 (<10-13) 220 41	<10 (<10-10) 220 93
	Тёплый период	14 (<10-26) 420 52	16 (<10-37) 430 44	15 (<10-27) 430 96
	Весь год	<10 (<10-13) 160 54	11 (<10-25) 190 44	<10 (<10-15) 190 98

Первое число – значение средней, в скобках указаны границы доверительного интервала при P=0,95. Результаты измерений округлены до двух значащих цифр

ВОЗМОЖНОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ ЛУЧЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ДОЗЫ МЕДИЦИНСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ В ПРАКТИКЕ МНОГОПРОФИЛЬНОГО ЛЕЧЕБНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

Е.И. Маткевич, А.Н. Башков, А.С. Самойлов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Цель: проанализировать частоту и структуру исследований – компьютерной (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в ФМБЦ им. А.И. Бурназяна за 2020-2023 годы по основным анатомическим областям, оценить возможность снижения дозы медицинского облучения при проведении КТ [1].

Материалы и методы. Проанализированы количество и структура КТ и МРТ-исследований за 2020-2023 гг. В выбранный период было выполнено всего 62 340 КТ исследований, которые проводились на трех мультиспиральных компьютерных томографах и 29 942 МРТ исследований, выполненных на четырех высокопольных магнитно-резонансных томографах. Основными областями исследований согласно форме N 30 [2], утвержденной приказом Росстата от 25 декабря 2023 г. N 681, являются голова, шея, органы грудной клетки (ОГК), сердце и сосуды, органы брюшной полости (ОБП), забрюшинного пространства (ЗБП), органы малого таза (ОМТ), позвоночник и спинной мозг, кости, мягкие ткани (МТ) и молочные железы (МЖ). Оценивалось количество исследований по данным областям без и с применением внутривенного контрастирования.

Результаты. Установлено увеличение в 2023 г. по сравнению с 2020 годом общего количества КТ исследований в 1,2 раза, общего количества МРТ исследований в 1,5 раза. При этом в 2023 г. количество КТ исследований в 2,2 раза превышало количество МРТ исследований. В структуре КТ исследований за весь период с 2020 по 2023 г. основная доля приходилась на ОБП и ЗБП (35,2-53,2%) и ОГК (33,4-42,9%), в структуре МРТ в этот период преобладали исследования головы (28,9-36,6%), костей и МТ (14,3-21,1%), позвоночника (20,1-27,5%).

Заключение. За период 2020-2023 гг. в многопрофильной клинике ФМБЦ им. А.И. Бурназяна зарегистрирован рост количества КТ и МРТ-исследований с превышением в 2023 г. количества КТ исследований над количеством МРТ исследований в 2,2 раза, что согласуется с данным других авторов [3-4]. При оценке соотношения частоты КТ и МРТ установлено значимое преобладание КТ над МРТ для ОБП и ЗБП (в 2023 г. в 7,5 раза). Область исследования ОБП и ЗБП может рассматриваться в качестве основного потенциала увеличения доли МРТ исследований после дополнительной оценки оптимизации показаний в целях снижения дозы медицинского облучения на пациентов.

Список использованных источников:

1. Маткевич Е.И., Башков А.Н., Самойлов А.С., Паринов О.В. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностической практике в ФМБЦ им. А.И.Бурназяна. Возможность оптимизации исследований с целью снижения лучевой нагрузки. // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025 г. Т.. №. С.. DOI:.
2. Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности. Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения N 3-ДОЗ от 16.02.2007 №0100/1659-07-26.
3. Shuxia Hao,Mengxue Li,Shengnan Fan,Hui Xu,Jinsheng Cheng,Jun Deng An analysis of the status of diagnostic radiology equipment in China https://doi.org/10.1016/j.radmp.2023.08.001.
4. Martella M, Lenzi J, Gianino MM. Diagnostic Technology: Trends of Use and Availability in a 10-Year Period (2011-2020) among Sixteen OECD Countries. Healthcare (Basel). 2023 Jul 20;11(14):2078. doi: 10.3390/healthcare11142078. PMID: 37510518; PMCID: PMC10378781.
5. Morrill S, Baerlocher MO, Patlas MN, Kanani S, Kantarevic J, van der Pol CB. CT, MRI, and Medical Radiation Technologist Trends in Ontario. Can Assoc Radiol J. 2024 May;75(2):432-434. doi: 10.1177/08465371231209923. Epub 2023 Nov 6. PMID: 37932882.

ИЗУЧЕНИЕ ОТДАЛЁННЫХ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ НА ЗДОРОВЬЕ ПАЦИЕНТОВ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

М.В. Осипов, М.Э. Сокольников

ФГБУН ЮУрИБФ ФМБА России, г. Озёрск, РФ

Компьютерная томография (КТ) является высокоинформативным диагностическим инструментом, широко применяемым в медицине, однако её использование сопряжено с воздействием рентгеновского излучения, что является потенциальным источником развития радиационно-индуцированных эффектов. Применение рентгеновского излучения в медицине обосновано необходимостью получения диагностической информации. Согласно линейной беспороговой концепции МКРЗ, каждое дополнительное КТ-исследование повышает вероятность реализации стохастических эффектов, связанных с воздействием диагностического облучения. В связи с этим, задача оценки отдаленных последствий диагностического облучения при КТ является критически важной для управления радиационными рисками.

Для реализации поставленной задачи в рамках Государственного контракта в ФГБУН «Южно-Уральский институт биофизики» ФМБА России проводится научно-исследовательская работа, направленная на оценку отдалённых последствий воздействия диагностического излучения на население и персонал первого отечественного предприятия ядерно-промышленного комплекса – производственного объединения «Маяк» (ПО «Маяк»). В результате её выполнения впервые в России был создан медико-дозиметрический регистр лиц, проживающих вблизи радиационно-опасного предприятия, и подвергавшихся воздействию рентгеновского излучения при компьютерной томографии с момента появления доступности данного метода диагностики в регионе [1].

База данных медико-дозиметрического регистра «Регистр КТ» (Регистр) содержит детальную информацию о виде КТ-исследования и исследованной области, направившем учреждении, типе применявшихся сканеров,

параметрах сканирования и количестве выполненных КТ, использовании контрастного усиления, эффективной дозе облучения пациента, возрасте пациента на дату исследования, диагнозе при направлении и заключении врача-рентгенолога, а также о жизненном статусе пациентов, причинах смерти, заболеваниях злокачественными новообразованиями, и наличии контакта с производственным облучением.

В рамках выполнения НИР был расширен период наблюдения за диагностически-облученными пациентами с 1989 по 2022 года. Получена дополнительная информация о жителях Озёрска, обследованных в негосударственных медицинских учреждениях Челябинской области, оснащённых компьютерными томографами.

На текущий момент, в Регистре накоплена информация о 34 625 КТ-исследованиях 20 488 мужчин и женщин в возрасте от 0 до 99 лет, включая 8,3% исследований лиц детского возраста. Большая часть всех КТ-исследований в регистре (85,5%) была проведена в отделении лучевой диагностики Клинической больницы № 71 города Озёрска, остальные – в других 7 медицинских учреждениях Челябинской области, оснащённых компьютерными томографами. Количество КТ, выполненных пациентам, включённым в Регистр, варьировало от 1 до 35 исследований (среднее количество на 1 пациента – 1,67). Среднее значение эффективной дозы за 1 КТ исследование – 4,7±0,04 мЗв (максимальное значение за 1 процедуру – 61,3 мЗв у пациента, обследованного при помощи позитронно-эмиссионной компьютерной томографии в Челябинском областном клиническом центре онкологии и ядерной медицины).

Количество впервые выявленных случаев злокачественных новообразований (ЗНО) различных локализаций составило 4 224 (20,5%), включая 4 085 солидных новообразований (96,7%), и 139 случаев (3,3%) заболеваний ЗНО кроветворной ткани. Доля первично-множественных ЗНО среди всех новообразований, включая немеланомные раки кожи (код заболевания по МКБ-10 – С44), составила 8,1%.

На дату 31.12.2022 года 4 035 пациентов (19,7%) были живы, 7 808 (38,1%) умерло. Жизненный статус 8 645 (42,2%) пациентов находится в процессе уточнения, из них у 6 379 пациентов (73,4%) дата последнего известия (о том, что человек жив) была 31 декабря 2018 года.

Регистр содержит 25,4% лиц, нанятых на основные и вспомогательные производства ПО «Маяк» за период с 1948 по 2016 годы. Для каждого работника ПО «Маяк», идентифицированного в базе данных Регистра, указан уникальный идентификационный номер, при помощи которого осуществляется связь с дозиметрической системой «Доза-2016», позволяющей получить данные об индивидуальных дозах облучения персонала, полученных в результате воздействия внешнего гамма-излучения, а также внутреннего излучения в результате воздействия инкорпорированных альфа-частиц. Возможность интеграции данных о дозах производственного облучения персонала ПО «Маяк» среди диагностически облученного населения предоставляет интерес для комплексного анализа радиационных рисков, связанных с воздействием сочетанного облучения от различных источников.

Собранная в Регистре информация обеспечивает возможность проведения эпидемиологического исследования по оценке отдалённых последствий воздействия малых доз диагностического облучения при проведении КТ для здоровья населения, проживающего вблизи радиационно-опасных предприятий [2]. Полученные результаты применимы для разработки рекомендаций для медицинских учреждений по безопасному использованию КТ, что способствует решению актуальной задачи по охране здоровья населения. Исследование подчеркивает необходимость тщательного мониторинга состояния здоровья обследованных при проведении КТ в целях минимизации потенциальных радиационных рисков.

Список использованных источников:

1. Осипов М.В., Сокольников М.Э., Фомин Е.П. База данных компьютерной томографии населения г. Озёрск («Регистр КТ»). Свидетельство о государственной регистрации № 2020622807 от 24.12.2020 г. https://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet?DB=DB&DocNumber=2020622807&TypeFile=html (Доступно 02.12.2024).
2. Осипов М. В., Фомин Е. П., Сокольников М. Э. Оценка влияния диагностического облучения с использованием радиационно-эпидемиологического регистра населения г Озёрска, обследованного при помощи компьютерной томографии //Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2020. – Т. 65. – №. 4. – С. 65-73.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ АТОМНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДЕ СОСНОВЫЙ БОР

А.В. Петушок, Д.В. Арефьева

ФГБУН НИИ ПММ ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ

Введение. В районе г. Сосновый Бор Ленинградской области расположено несколько атомных объектов, деятельность которых представляет потенциальную угрозу для здоровья населения, проживающего в районах их расположения. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 г. № 585 одним из этапов оценки риска населения является анализ данных радиационного контроля объектов окружающей среды на селитебных территориях [1]. Поэтому организация систематического контроля за радиационной обстановкой вокруг таких радиационно-опасных объектов является одним из основных условий обеспечения радиационной безопасности.

Цель работы: исследование радиационной обстановки в районе расположения атомных объектов в г. Сосновый Бор и оценка радиационного воздействия на население и окружающую среду, обусловленного деятельностью предприятий.

Материал и методы исследования. Радиационно-гигиеническое обследование проведено в 2023-2024 гг. на селитебных территориях, находящихся в районе расположения г. Сосновый Бор.

Основополагающими принципами при выборе территории являлись вероятность воздействия радиационно-опасных объектов в результате текущей и предыдущей деятельности, а также физико-географические особенности района расположения этих объектов (включая анализ розы ветров) [2]. Точки отбора проб объектов окружающей среды и выполнения прямых измерений были выбраны по периметру границ селитебных территорий, а также в их центральной части. На территории проводили измерения мощности амбиентного эквивалента дозы (далее – МАЭД) гамма-

излучения пешеходным методом с помощью дозиметра ДКС АТ-1123.

В каждой точке проводили отбор проб объектов окружающей среды: атмосферного воздуха, почвы (грунта), растительного покрова, водных объектов (вода открытых водоемов). Пробы объектов окружающей среды исследовали на содержание гамма- излучающих радионуклидов с применением спектрометра-радиометра МКГБ-01 «Радэк». Предел обнаружения за время измерения 2 часа для радионуклида ^{137}Cs в пробах почвы и растительности составляет 1 Бк/кг и 30 Бк/кг, соответственно.

Результаты и обсуждение. Значения МАЭД гамма-излучения на селитебных территориях в районе г. Сосновый Бор находятся в диапазоне от 0,06 мкЗв/ч до 0,24 мкЗв/ч. Повышенные значения МАЭД гамма-излучения (в диапазоне от 0,22 мкЗв/ч до 0,24 мкЗв/ч) объясняются наличием на берегу Финского залива большого количества гранитных валунов (природный источник). Все измеренные значения не превышают естественный радиационный фон, характерный для данной местности [3].

В ходе выполнения радиационно-гигиенического обследования селитебных территорий определены значения удельной активности радионуклида ^{137}Cs и радионуклидов природного происхождения, таких, как ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K в пробах почвы и растительности. Значения удельной активности радионуклидов в пробах атмосферного воздуха и пробах воды, составили менее предела обнаружения во всех точках выполнения измерений. В остальных точках значения не превышают фоновых, характерных для данного региона.

Необходимо отметить, что расстояние между точками с максимальным зарегистрированным значением удельной активности ^{137}Cs в почве и в растениях составляет около 1 км. Вероятно, что загрязнение находится в области одного радиоактивного пятна, образовавшегося в результате глобальных выпадений из атмосферного воздуха после крупномасштабного радиационного происшествия, или в результате деятельности радиационно-опасных объектов, расположенных в г. Сосновый Бор. Эти точки находятся в зоне преобладающих направлений ветра (на северо-востоке) по отношению к промышленной площадке г. Сосновый Бор, на которой сосредоточены радиационно-опасные объекты.

Выводы. Установлено, что на исследуемых территориях значения

удельной (объемной) активности техногенных радионуклидов в пробах воды значительно ниже уровней вмешательства, установленных в НРБ-99/2009 [4], в пробах растений, почвы – соответствуют фоновым показателям, характерным для региона. Стоит так же отметить, что радиационная обстановка на исследуемых территориях формируется в основном источниками ионизирующего излучения природного происхождения.

По результатам радиационно-гигиенического обследования можно сделать вывод о том, что деятельность атомных объектов, расположенных вблизи г. Сосновый Бор, не оказывает негативного воздействия на окружающую среду и на население.

Список использованных источников:

1. Об утверждении Основ государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу : Указ Президента Российской Федерации от 13 октября 2018 года № 585.
2. Методические рекомендации МР 2.6.1.27-2003. Зона наблюдения радиационного объекта. Организация и проведение радиационного контроля окружающей среды : Утверждены главным государственным санитарным врачом по объектам и территориям, обслуживаемым Федеральным управлением «Медбиоэкстрем» В.В. Романовым 28 апреля 2003 года : введены 2003-04-28 / разработаны РФЯЦ-ВНИИЭФ и ГНЦ - ИБФ.
3. Прогноз миграции радионуклидов в подземных водах в зоне влияния строительного дренажа Ленинградской АЭС-2 / В.А. Ерзова, В.Г. Румынин, А.М. Никуленков, К.В. Владимиров, С.М. Судариков, М.В. Вилькина // Записки Горного института. – 2022. – Т. 260. – С. 194-211.
4. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. Санитарные правила и нормы : утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Г. Г. Онищенко 7 июля 2009 года № 47 : введен 1 сентября 2009 года // ГАРАНТ.РУ : [сайт]. – URL: https://base.garant.ru/4188851/ (дата обращения 06.12.2024).

ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ В ОРГАНИЗМ КРЫС ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТРИТИЯ И ТРИТИЕВОЙ ВОДЫ

М.К. Польская, А.А. Максимов,
Л.П. Сычёва, С.М. Роднева

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Эксплуатация практически всех ядерных объектов сопряжена с образованием трития и его выделением в окружающую среду. В настоящее время считается, что тритий находится в рабочих средах и поступает в организм персонала и населения преимущественно в оксидной форме (НТО). Эта же форма учитывается при оценке ожидаемой эффективной дозы внутреннего облучения тритием персонала и населения. Тем не менее, ряд исследований показывает, что в рабочих средах и объектах окружающей среды также могут присутствовать органические соединения трития (ОСТ). Кроме того, тритий, поступающий в организм в виде НТО, частично способен в результате химических реакций и обменных процессов образовывать ОСТ. Несмотря на то, что исследованиям накопления трития и его соединений в окружающей среде, оценкам дозы и описанию биологических эффектов посвящено множество работ, остаётся ряд вопросов, нуждающихся в дополнительном изучении. В настоящее время сравнительные работы по биологическим эффектам НТО и ОСТ *in vivo* на млекопитающих малочисленны, а данные по генотоксическим эффектам этих соединений единичны. Это обстоятельство требует получения дополнительных экспериментальных и эпидемиологических данных.

Цель исследования. Изучение генотоксических эффектов при длительном поступлении соединений трития в организм крыс при разных значениях объемной активности потребляемых сред. Исследование проведено на крысах-самцах, получавших с питьем тритированную воду (НТО) или ^{3}Н-тимидин с объемной активностью 200, 500 и 800 кБк/л в течение 30 суток.

Оценка генетических нарушений проводилась с помощью частотного анализа полихроматофильных эритроцитов (ПХЭ) и ректальных эпителиоцитов с микроядрами (МЯ). Последние являются аналогом буккального эпителия человека, поэтому их исследование представляет особый интерес. Микроядра – небольшие фрагменты повреждённых

хромосом, которые отстают от веретена деления и обнаруживаются в созревающих эритроцитах красного костного мозга. Их появление свидетельствует о степени повреждения ДНК клетки.

Результаты статистически обрабатывали в программах Microsoft Excel и Statistica 10.0 (StatSoft, Inc.). Межгрупповые сравнения проводили с использованием теста Манна-Уитни. Отличия считали статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты исследования показывают статистически значимые различия в частоте ПХЭ с МЯ между контрольной и экспериментальными группами при удельной активности трития в потребляемых средах, равной 500 и 800 кБк/л. При 800 кБк/л также обнаружено более выраженное повреждающее действие на ДНК ^{3}Н-тимидина.

В случае с относительно низкой удельной активностью трития (200 кБк/л) увеличение доли МЯ в обеих экспериментальных группах в сравнении с контролем зарегистрировано только для ректальных эпителиоцитов, при этом статистически значимых различий между двумя экспериментальными группами выявлено не было.

Таким образом, проведённые нами исследования свидетельствует о бóльшей опасности ОСТ по сравнению с НТО. С учетом имеющихся данных о значительном содержании трития в форме ОСТ в объектах окружающей среды и технологических средах это обуславливает необходимость дифференцированного подхода в нормировании поступления соединений трития в организм человека.

ПРОВЕДЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ И ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЦЕЛЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ПОС. МИН-КУШ КИРГИЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ ПО ЗАВЕРШЕНИЮ РАБОТ ПО РЕКУЛЬТИВАЦИИ

В.А. Серегин, А.А. Шитова, Н.К. Шандала,
Ю.В. Кроткова, Ю.С. Бельских

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Согласно Межгосударственной целевой программе (МЦП) «Рекультивация территорий государств, подвергшихся воздействию

уранодобывающих производств» основной задачей является обеспечение радиационной безопасности на территориях, подверженных воздействию производств по добыче и переработке природного урана, с точки зрения охраны окружающей среды и здоровья населения.

С момента начала реализации МЦП сотрудниками ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И Бурназяна ФМБА России проводились работы по организации и проведению исследований радиационной обстановки и оценке динамики целевых показателей в районах расположения рекультивируемых объектов.

На сегодняшний день работы в рамках МЦП полностью завершены в Республике Таджикистан и на объекте в районе расположения пос. Каджи-Сай Киргизской Республики. В районе пос. Мин-Куш на момент проведения исследований полностью завершена рекультивация хвостохранилищ «Как» и «Талды-Булак», продолжаются работы по перемещению хвостового материала с хвостохранилища «Туюк-Суу» на хвостохранилище «Дальнее».

При проведении исследований использовались полевые и лабораторные методы измерения, включающие измерение мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД), измерение суммарной альфа-активности в поверхностном слое почвы, определение суммарной активности альфа- и бета-излучающих радионуклидов в пробах питьевой воды и воды открытых водоемов радиометрическим методом.

С целью оценки возможной максимальной дополнительной дозы облучения, которую может получить население поселка, находясь в районе выполнения работ по переносу хвостохранилищ, был выбран метод интегральной дозиметрии с помощью сборок ТЛ-дозиметров, позволяющий оценить дополнительный вклад в дозу внешнего облучения за весь период выполнения операций по перемещению хвостового материала.

Результаты проведенных исследований показали, что территории хвостохранилищ «Как» и «Талды-Булак» в результате проведения работ по рекультивации приведены в радиационно безопасное состояние и отвечают принятым критериям рекультивации.

За период проведения работ по перемещению хвостового материала с хвостохранилища «Туюк-Суу» на хвостохранилище «Дальнее» не произошло загрязнения радиоактивными материалами прилегающей к хвостохранилищам территории и жилой зоны пос. Мин-Куш.

По результатам мониторинга доз внешнего облучения методом ТЛ-дозиметрии можно утверждать, что перемещение хвостового материала через жилую территорию пос. Мин-Куш не внесло дополнительного вклада в годовую дозу внешнего облучения населения.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ХИМИЧЕСКИХ ВРЕДНОСТЕЙ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕЛУДКА РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК»

С.С. Сокольникова, С.В. Поволоцкая

ФГБУН ЮУрИБФ ФМБА России, г. Озерск, РФ

Условия труда на современном атомном производстве характеризуются воздействием комплекса факторов, оказывающих патогенное влияние на органы пищеварения – это источники ионизирующих излучений, некоторые химические соединения, обладающие гастротоксическим и канцерогенным эффектом. Задачей настоящей работы было оценить влияние профессиональных факторов на показатели функционального состояния слизистой оболочки желудка (СОЖ) у работников радиационно-опасного производства.

Для проведения ретроспективного анализа была сформирована группа лиц без ограничений по полу, этнической принадлежности, социально-экономическим условиям, профмаршруту, медицинскому анамнезу, в возрасте 40 лет и старше, ранее прошедших клинико-лабораторное обследование желудка. Участники группы являлись работниками основных производств ПО «Маяк» (радиохимический и плутониевый заводы) с высоким риском развития желудочной патологии, контактирующие с профессиональными вредностями. Сведения для проведения ретроспективного анализа были получены из базы данных «Гастробаза», созданной и поддерживаемой в лаборатории радиационной биохимии ЮУрИБФ. Показатели функционального состояния СОЖ, включенные в базу данных, получали неинвазивным серологическим методом. В сыворотке крови оценивали содержание ключевых биомаркеров ферментного (пепсиноген 1(ПГ-1) и гормонального статуса (гастрин 17 (Г-17) СОЖ и степени инфицированности желудка бактерией *Helicobacter pylori* (АТ*Hp).* Диагностика состояния СОЖ проводилась с использованием программного пакета «Гастрософт» компании «BIOHIT OYJ» (Финляндия).

Группа состояла из 147 (112 мужчин, 35 женщин) работников радиационно-опасного предприятия. Средний возраст на момент

обследования (полных лет) составлял 52,9±0,8 (от 30 до 71) лет, средний стаж работы персонала, включенного в группу – 28,4±0,9 (от 1 до 52) лет. Радиационному воздействию (внешнему и/или внутреннему) подвергались все 147 человек, действию химических вредностей – 131 человек, в 89% случаев влияние производственных факторов было сочетанным. Средняя доза внешнего облучения составляла 117,9±13,5 мЗв (0,4-319,4 мЗв), среднее содержание ^{239}Pu 4,4±2,5 кБк (0,02-132,0 кБк). В качестве контрольной группы (группы сравнения) из «Гастробазы» была выбрана группа лиц – работников городских организаций, никогда не контактировавших с профессиональными вредностями (104 чел.). Сравниваемые группы были сопоставимы по возрасту на дату обследования и половому составу.

Согласно полученным результатам, средние уровни показателей функционального состояния СОЖ в группе соответствовали референтному интервалу (ПГ-1 от 30 до 165 мкг/л, Г-17 от 1 до 10 пмоль/л) и составляли: ПГ-1 85,1±3,5 мкг/л, Г-17 8,7±1,0 пмоль/л. Частота отклонений среднего уровня ПГ-1 от нормы в группе была 13,6%, Г-17 – 28,6%. Уровень инфицирования *Hp* в группе (78%) соответствовал национальным и региональным данным (60-90%). Средний уровень ПГ1 в группе работников был статистически ниже, чем в контрольной (85,1±3,5 мкг/л против 102,9±4,4 мкг/л) за счет более высокой частоты встречаемости значений биомаркера ниже референтного диапазона. Единичные признаки атрофии по маркеру ПГ-1(снижение ниже нормы) регистрировались с 50 лет (7%), увеличиваясь в 3 раза (22%) к 60 годам. Был установлен более высокий уровень *Hp*-инфицирования и количества выявляемых АТ*Hp* (в 1,5 раза) среди персонала, работающего с неорганическими соединениями, по сравнению лицами, работающими с органическими веществами, что может свидетельствовать о более высоком риске развития гастропатий при контакте с химическими токсикантами неорганической природы. В этой же группе нормальное состояние СОЖ регистрировалось в 4,5 раза реже, чем у работающих только с органикой. Наблюдались статистически значимые изменения сывороточных концентраций биомаркеров состояния СОЖ (ПГ-1 и Г-17) и степени *Hp*-позитивности, зависимые от дозы внешнего облучения. При дозах, превышающих 100 мЗв, отмечался более низкий (в 1,6 раза) серологический средний уровень маркера ПГ-1 и более высокий уровень (в 3 раза) Г-17; значительно чаще регистрировались случаи ПГ-1 ниже 30 мкг/л и значения Г-17 выше 10 пмоль/л (ОШ 5,45; 90% ДИ 1,0-29,5) по сравнению с низкодозовой

подгруппой (<100 мЗв). Риск серопозитивности в группе работников, имеющих дозы облучения выше 100 мЗв был выше в 3 раза (ОШ 3,1; 95% ДИ 2,1-4,7) по сравнению с облученными в меньшей дозе (<=100 мЗв). Различия средних уровней биомаркеров и частот их отклонений от нормы у лиц с разными уровнями внутреннего альфа-облучения <=1,48 кБк и >1,48 кБк были статистически не значимы.

В итоге можно заключить, что наблюдаемые изменения биомаркеров состояния СОЖ (снижение ПГ-1 и возрастание Г-17, увеличение *Hp*-инфицированности) могут быть связаны с влиянием внешнего γ-облучения и химических вредностей. Направленность наблюдаемых изменений показателей ферментной и гормонпродуцирующей функции желудка позволяет предположить снижение кислотообразования и усиление атрофических изменений в слизистой оболочке тела желудка у работников радиационно-опасного производства, подвергавшихся влиянию внешнего облучения в дозах, превышающих 100 мЗв. У лиц, контактирующих с неорганическими соединениями выше риск развития патологических изменений слизистой оболочки желудка.

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ СРЕДИ ПОТОМКОВ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «МАЯК»

С.Ф. Соснина, П.В. Окатенко,
Е.В. Денисова, М.Э. Сокольников

ФГБУН ЮУрИБФ ФМБА России, г. Озёрск, РФ

Оценка последствий преконцептивного (до зачатия ребенка) радиационного воздействия на родителей относится к актуальному вопросу радиационной эпидемиологии и гигиены. Однако, несмотря на многообразие разноплановых исследований, единого мнения об эффектах облучения для здоровья потомков к настоящему времени не существует.

В общей структуре онкологической заболеваемости злокачественные новообразования центральной нервной системы (ЗНО ЦНС) занимают

относительно небольшой удельный вес, сохраняя вместе с тем тенденцию к увеличению уровня заболеваемости и смертности населения.

Когорту потомков работников производственного объединения (ПО) «Маяк», первого отечественного предприятия атомной отрасли, начавшего работу в 1948 г., можно рассматривать как ценный ресурс для анализа последствий пролонгированного производственного радиационного воздействия на родителей для их потомков.

Цель работы: оценка риска ЗНО ЦНС среди первого поколения потомков работников ПО «Маяк».

Материал и методы. Ретроспективный эпидемиологический анализ проведен в когорте потомков работников ПО «Маяк» (n=8890), родившихся в 1949-1973 гг.; в группу сравнения включены 4 345 потомков того же периода рождения от необлученных родителей. Период наблюдения составлял 72 года (1949-2020 гг.), суммарное число человеко-лет наблюдения достигло 818 208. Оценена частота, динамика, структура заболеваемости ЗНО ЦНС. Сравнительный анализ проведен методами непараметрической статистики. Относительный риск (ОР) ЗНО ЦНС и избыточный относительный риск (ИОР) на единицу дозы производственного облучения родителей рассчитаны с 95% доверительными интервалами (ДИ).

Результаты. За весь период наблюдения частота ЗНО ЦНС в группах в целом статистически значимо не различалась: в основной группе – $3{,}4 \cdot 10^3$, в группе сравнения – $1{,}8 \cdot 10^3$, $p>0{,}05$. Оценка динамики заболеваемости ЗНО ЦНС по календарным периодам не показала существенных различий; в основной группе наиболее высокий уровень заболеваемости относился к периоду 2001-2010 гг. Сравнение возраста манифестации ЗНО ЦНС в группах и среднего возраста родителей на момент рождения потомков не обнаружило значимых различий. Так, медиана возраста выявления ЗНО ЦНС в основной группе составляла 37,4 года (интерквартильный размах [25,8-51,9], диапазон 6-61 год), в группе сравнения – 43,4 ([26,4-49,9], диапазон 6-59 лет). Средний возраст родителей на момент рождения детей среди случаев ЗНО ЦНС составлял среди отцов в основной группе – 26,4 года (в группе сравнения – 26,1 года), среди матерей – 25 лет в обеих группах. Все ЗНО ЦНС относились к первичным злокачественным новообразованиям и, в большинстве случаев, были представлены ЗНО головного мозга: в основной группе 86,7%, в группе сравнения – 87,5%. Отмечена выраженная гетерогенность ЗНО ЦНС по морфологии в группах с явным преобладанием

астроцитарных неоплазм. Расчет относительного риска ЗНО ЦНС отметил статистически незначимое увеличение риска ЗНО ЦНС среди потомков основной группы по сумме наблюдений и при рассмотрении по полу: среди мужчин – ОР 2,11 (95% ДИ 0,72-6,24), среди женщин – 1,53 (0,49-4,74), для обоих полов – 1,83 (0,84-3,99).

Диапазон преконцептивных накопленных доз внешнего гамма-облучения матерей-работниц ПО «Маяк» составлял 0-1122,4 мГр (медиана 35,7 мГр, интерквартильный размах [10,2-220,5]); отцов – 0-2868,5 мГр (медиана 87,8 [12,6-460,8]). Более трети случаев ЗНО ЦНС (43,3%) зарегистрированы среди потомков, чьи матери подвергались производственному облучению во время беременности в диапазоне суммарных доз 0-140,6 мГр (медиана 8,1 [0,02-40,4]). Распределение по типу производства показало, что ЗНО ЦНС в 30,8% наблюдались среди потомков матерей-работниц радиохимического производства, в 38,4% – реакторного и 30,8% – плутониевого производств; среди отцов – 55,6, 33,3 и 11,1%, соответственно.

Расчет относительного риска ЗНО ЦНС среди потомков с учетом накопленных доз внешнего гамма-облучения родителей указал на значимые коэффициенты риска. Так, ОР был существенно выше, чем в группе сравнения, в категории преконцептивных доз внешнего гамма-облучения яичников свыше нуля – для мужчин и обоих полов (3,6 (1,06-12,28) и 2,74 (1,08-6,93), соответственно); и в категории антенатальных доз внешнего гамма-облучения – для мужчин и обоих полов (4,34 (1,27-14,77) и 3,3 (1,31-8,36), соответственно). При оценке ИОР наблюдались положительные коэффициенты риска во всех дозовых категориях преконцептивного и внутриутробного внешнего гамма-облучения на производстве, однако статистически значимых оценок риска, согласно 95% ДИ, не получено ни по сумме наблюдений, ни в различных категориях доз.

Заключение. Данное исследование, в целом, не предоставило убедительных доказательств связи профессионального пролонгированного облучения родителей на ПО «Маяк» и ЗНО ЦНС у их потомков. Учитывая сравнительно малое число исходов в виде ЗНО ЦНС и относительно молодой возраст исследуемой когорты, вопросы материнского облучения требуют дальнейшего наблюдения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДОНА-222 В ПОМЕЩЕНИЯХ И ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

А.А. Суходольская, Д.В. Лукьянова

НИИ ГТ ЭВМ РЦГиОЗ, г. Минск, Республика Беларусь

Для принятия решений о проведении мероприятий по радиационной защите населения необходимо оценивать дозы облучения населения от различных источников ионизирующего излучения. Радон-222 вносит огромный вклад в годовую дозу облучения населения и является канцерогеном, который является причиной возникновения рака легких. Облучение радоном относится к ситуации существующего облучения и основную угрозу представляет при ингаляционном пути поступления.

В Республике Беларусь начиная с 2004 года проводятся систематические исследования по мониторингу радона в воздухе зданий Государственным научным учреждением «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны» Национальной академии наук Беларуси. Данные исследования направлены на определение уровней содержания радона-222 в воздухе помещений и оценки доз радиоактивного облучения населения.

Нормируемой величиной в Республике Беларусь в соответствии с гигиеническим нормативом «Критерии оценки радиационного воздействия» является среднегодовая объемная активность радона, которая в воздухе эксплуатируемых жилых помещений не должна превышать 300 Бк/м^3. Если концентрация радона в воздухе зданий превышает норматив, необходимо принимать меры по снижению проникновения радона в помещения и улучшении вентиляции.

В рамках исследований измерения радона-222 были выполнены интегральным методом пассивной трековой радиометрии при помощи комплекса средств КСИОАР-01 с использованием твердотельных трековых детекторов альфа-частиц, которые представляют собой камеру, в которой находиться детектор. В качестве детектора используется нитроцеллюлозная пленка LR-115, тип 2. На крышке камеры находиться угольный фильтр, поглощающий и адсорбирующий радон-222. Заряженные частицы, проходя через детектирующий материал изменяют структуру вещества. В результате вдоль траектории частицы образуется область, которая называется треком.

Количество треков подсчитывается при помощи электроискрового счётчика АИСТ-1.

В Республике Беларусь на территории Витебской области с 2008 года было проведено 1059 измерений уровней содержания радона. Среднее значение $\overline{OA_{Rn}}$ в Витебской области составляет 101 Бк/м^3, в различных административных районах варьирует от 53 до 166 Бк/м^3.

В 2023 году для измерения уровней содержания радона-222 были выбраны 90 помещений в Витебской области. В результате измерений было зафиксировано 1 превышение равное 375 Бк/м^3 в административном здании. Это кирпичное здание сельсовета 1958 года постройки, с деревянным полом.

Рассчитанное значение средней годовой эффективной дозы облучения E_{Rn}, в этом здании составляет 17,6 мЗв/год. Согласно требованиям гигиенического норматива годовая эффективная доза облучения радоном-222 при пребывании в жилых и других зданиях и помещениях не должна превышать 10 мЗв/год, исходя из допущения о том, что годовой уровень заполняемости – 7000 ч. Превышение значения 300 Бк/м^3 в воздухе эксплуатируемых зданий и помещений допускается, если рассчитанная с учётом конкретных условий (коэффициент равновесия (F), суммарное время нахождения человека в помещении в год, сезонные изменения объёмной активности радона-222) годовая эффективная доза облучения радоном-222 от пребывания в этих зданиях и помещениях не превысит 10 мЗв/год.

В настоящее время существует 2 международные публикации, согласно которым используются разные дозовые коэффициенты: доклад НКДАР ООН – 2009 г. и последние рекомендации МКРЗ – 2015 г. Согласно рекомендации НКДАР ООН – 2009 г. при расчёте дозы облучения использовался коэффициент равновесия для взрослого человека, равный 0,5, который был использован при оценке доз облучения населения. В результате расчета годовой эффективной дозы облучения используется консервативный подход, в котором годовой уровень заполняемости принимается равным 8800 ч. То есть, если учесть, что в этом административном здании работники будут находиться в помещении в течении 5 рабочих дней по 8 часов в день, то их суммарное время нахождения в этом помещении в год составит 1920 часов, следовательно, средняя годовая эффективная доза облучения E_{Rn} уменьшится до 4,1 мЗв/год. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что нет необходимости в проведении защитных мероприятий в этом помещении.

В связи с этим, при оценке доз облучения населения значимым фактором является не только объемная активность радона-222, но и время пребывания

человека в административных или жилых помещениях, а также дозовый коэффициент.

АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИЕЙ СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ ЗАТО СЕВЕРСК

Л.Р. Тахауова[1, 2], О.И. Кривошеина[2], А.Р. Тахауов[1]

[1]ФГБУН СБН Центр ФМБА России, г. Северск, РФ
[2]ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России, г. Томск, РФ

В последние годы Научный комитет по действию атомной радиации Организации Объединённых Наций уделяет всё больше внимания исследованию долгосрочных эффектов комбинированного (внешнего и внутреннего) воздействия ионизирующего излучения на развитие офтальмопатологий. Особую значимость эта проблема приобретает в контексте изучения здоровья населения, проживающего в зоне влияния объектов использования ионизирующего излучения (ОИИИ). Однако в доступной научной литературе данное направление остаётся недостаточно изученным, что подчёркивает актуальность дальнейших исследований.

В этой связи представляется целесообразным проанализировать показатели заболеваемости органа зрения, включая число впервые выявленных случаев, среди населения закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) Северск, на территории которого располагается один из крупнейших в мире ОИИИ.

В рамках исследования анализировались данные о впервые выявленных заболеваниях глаза и его придаточного аппарата (по классификации МКБ-10) среди всего населения ЗАТО Северск, включая работников ОИИИ, в период 2012-2023 гг. Такой подход позволяет выявить закономерности и возможные риски, связанные с влиянием факторов радиационной природы на здоровье населения.

Всего за этот период было зарегистрировано 143 053 случая, из которых наибольшее количество составили заболевания глазных мышц, нарушения согласованного движения глаз, а также проблемы аккомодации и рефракции (H49-H52) – 48 268 случаев (33,74%). Далее по убыванию следовали болезни хрусталика (H25-H28) – 32 625 случаев (22,81%), болезни конъюнктивы (H10-

H13) – 26 969 случаев (18,85%), глаукома (H40-H42) – 9 738 случаев (6,81%), болезни век, слёзных путей и глазницы (H00-H06) – 7 026 случаев (4,91%), болезни сосудистой оболочки и сетчатки (H30-H36) – 5 522 случая (3,86%), болезни склеры, роговицы, радужной оболочки и цилиарного тела (H15-H22) – 3 604 случая (2,52%), болезни стекловидного тела и глазного яблока (H43-H45) – 2 581 случай (1,80%), болезни зрительного нерва и зрительных путей (H46-H48) – 1 164 случая (0,81%), зрительные расстройства и слепота (H53-H54) – 529 случаев (0,37%), а также другие патологии глаза и его придатков (H55-H59) – 41 случай (0,03%).

В дальнейшем в рамках настоящего исследования будет осуществлён детальный сравнительный анализ показателей заболеваемости болезнями органа зрения и его придаточного аппарата среди населения ЗАТО Северск и ряда территорий, где функционируют ОИИИ. Особое внимание будет уделено оценке роли радиационного фактора в этиопатогенезе офтальмопатологии и изучению его взаимодействия с традиционными факторами риска, такими как возраст, сопутствующие заболевания и условия труда.

Итогом исследования явится не только выявление специфических закономерностей, но и создание научно обоснованных рекомендаций по адаптации системы медико-биологического обеспечения персонала ОИИИ. Ожидается, что полученные данные внесут значительный вклад в разработку эффективной системы сохранения здоровья и продления профессионального долголетия контингентов, работающих в условиях хронического воздействия ионизирующего излучения.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА

Т.А. Теплинская, В.А. Сухов

Сеченовский Университет, г. Москва, РФ

В современной медицинской практике для диагностики и лечения цереброваскулярных патологий специалисты всё чаще прибегают к использованию интервенционных вмешательств [1]. Однако интервенционные процедуры, несмотря на все преимущества, могут подвергать пациента воздействию высоких доз ионизирующего излучения и приводить к развитию

неблагоприятных эффектов. Необходимость мониторинга доз и поиск новых путей снижения дозовых нагрузок в этой области медицины привлекает все больше современных исследователей [2-3]. Особое внимание гигиенистов к дозовым характеристикам интервенционных процедур необходимо для совершенствования системы радиационной безопасности.

Целью и задачами работы были сбор и детализация дозовых нагрузок пациентов при проведении церебральных интервенционных вмешательств, сравнение дозово-временных характеристик проведённых процедур в зависимости от вида вмешательств, нахождение корреляционной связи между дозово-временными характеристиками, оценка зависимости эффективной дозы от дозиметрических характеристик процедур и времени вмешательства.

Проведён ретроспективный анализ журналов учёта оперативных вмешательств в отделении рентгенохирургических методов диагностики и лечения одной из городских клинических больниц г. Москвы с апреля по декабрь 2023 года (n=116). Пациенты были разделены на две группы в зависимости от вида вмешательств: первая группа (диагностические вмешательства) включила в себя церебральную ангиографию (n=38); вторая группа (терапевтические вмешательства) – тромбоэкстракцию, эмболизацию, баллонную ангиопластику и стентирование (n=78). Статистическая обработка данных проводилась с помощью IBM SPSS Statistics 27.

Таблица 1 – Дозово-временные характеристики проведённых процедур в зависимости от вида вмешательств

№	**Вид вмешательства**	**ПДП, Гр×см^2**	**E, мЗв**	**МПДК, Гр**	**Время, мин**
1	**Диагностические** Me (Q_1-Q_3)	55,02 (31,91-87,91)	4,00 (3,00-9,00)	0,08 (0,07-0,12)	9,17 (4,00-15,50)
2	**Терапевтические** Me (Q_1-Q_3)	67,09 (42,55-116,93)	7,00 (4,00-14,00)	0,16 (0,08-0,49)	15,58 (11,57-30,17)
p-value (U-критерий Манна – Уитни)		0,178	0,016*	<0,001*	<0,001*

Медианные значения (Me) изучаемых параметров в группе диагностических вмешательств: произведение дозы на площадь (ПДП) – 55,02 Гр×см^2 (Q_1-Q_3: 31,91-87,91), эффективная доза (E) – 4,00 мЗв (Q_1-Q_3:

3,00-9,00), максимальная поглощённая доза на коже (МПДК) – 0,08, Гр (Q_1-Q_3: 0,07-0,12), время вмешательства – 9,17 мин (Q_1-Q_3: 4,00-15,50); в группе терапевтических вмешательств: произведение дозы на площадь (ПДП) – 67,09 Гр×см^2 (Q_1-Q_3: 42,55-116,93), эффективная доза (Е) – 7 мЗв (Q_1-Q_3: 4,00-14,00), максимальная поглощённая доза на коже (МПДК) – 0,16 Гр (Q_1-Q_3: 0,08-0,49), время вмешательства – 15,58 мин (Q_1-Q_3: 11,57-30,17). При сравнении показателей в двух группах были установлены статистически значимые различия Е ($p=0,016$), МПДК ($p<0,001$) и времени вмешательства ($p<0,001$).

В группе диагностических вмешательств были установлены следующие статистически значимые прямые корреляционные зависимости, имеющие высокую или заметную степень тесноты по шкале Чеддока: Е и ПДП ($r_{xy}=0,89$; $p<0,001$), время вмешательства и ПДП ($r_{xy}=0,67$; $p<0,001$), время вмешательства и Е ($r_{xy}=0,65$; $p<0,001$). В группе терапевтических вмешательств: Е и ПДП ($r_{xy}=0,57$; $p<0,001$), Е и МПДК ($r_{xy}=0,56$; $p<0,001$).

Для оценки зависимости эффективной дозы, как основного дозового показателя, от дозово-временных характеристик (ПДП и время вмешательства) был проведён регрессионный анализ. В ходе отбора факторов методом исключения время вмешательства было исключено из регрессий.

Зависимость эффективной дозы от дозово-временных характеристик при диагностических вмешательствах описывается уравнением:

$$\text{Е} = \mathbf{0,1} + \mathbf{0,08}\ \text{ПДП}, \qquad (1)$$

где Е – эффективная доза, мЗв, ПДП – произведение дозы на площадь (Гр×см^2).

При увеличении ПДП на 10 Гр×см^2 следует ожидать увеличения Е на 0,8 мЗв. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции $r_{xy}=0,86$, что соответствует высокой тесноте связи по шкале Чеддока. Уровень значимости составил $p<0,001$. Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включенные в модель, определяют 73,9% дисперсии эффективной дозы.

Зависимость эффективной дозы от дозово-временных характеристик при терапевтических вмешательствах описывается уравнением:

$$\text{Е} = \mathbf{5,4} + \mathbf{0,53}\ \text{ПДП}. \qquad (2)$$

При увеличении ПДП на 10 Гр×см^2 следует ожидать увеличения E на 5,3 мЗв. Полученная регрессионная модель характеризуется коэффициентом корреляции r_{xy}=0,42, что соответствует умеренной тесноте связи по шкале Чеддока. Уровень значимости составил $p<0,001$. Исходя из значения коэффициента детерминации, факторы, включённые в модель, определяют 16,9% дисперсии эффективной дозы.

Для более глубокой детализации дозово-временных характеристик диагнозы пациентов, которым были проведены нейроинтервенционные вмешательства, были разделены на 5 групп, согласно классификации МКБ-10: инсульт и инфаркт мозга (74,1%), стеноз внутренней сонной артерии (10,4%), внутричерепные травмы (3,5%), преходящие транзиторные церебральные ишемические приступы и родственные синдромы (6%) и прочие диагнозы (6%). Не было установлено статистически значимых отличий дозово-временных характеристик при проведении диагностических и терапевтических процедур в зависимости от диагноза пациента.

Проведённый анализ данных позволил детализировать ключевые параметры дозовой нагрузки и выявить различия между дозово-временными характеристиками диагностических и терапевтических процедур. Установленные статистически значимые корреляционные связи между дозово-временными характеристиками могут поспособствовать оптимизации процесса планирования и проведения церебральных интервенционных процедур. Полученные регрессионные модели могут помочь спрогнозировать изменение эффективной дозы в зависимости от значения ПДП, что имеет практическое значение для снижения лучевых рисков при сохранении качества проводимых вмешательств.

Список использованных источников:

1. Liu AY. Update on interventional neuroradiology. Perm J. 2006 Spring;10(1):42-6. doi: 10.7812/TPP/05-121.
2. Li X, Hirsch JA, Rehani MM, Ganguli S, Yang K, Liu B. Radiation Effective Dose Above 100 mSv From Fluoroscopically Guided Intervention: Frequency and Patient Medical Condition. AJR Am J Roentgenol. 2020 Aug;215(2):433-440. doi: 10.2214/AJR.19.22227.
3. Lopes R, Teles P, Santos J. Diagnostic reference levels in interventional neuroradiology procedures - a systematic review. Neuroradiology. 2024 Nov;66(11):2003-2014. doi: 10.1007/s00234-024-03445-5.

ДИНАМИКА БЫСТРОТЫ РЕАКЦИИ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ У ЛИЦ СРЕДНЕГО И СТАРШЕГО ВОЗРАСТА, РАБОТАЮЩИХ С ИСТОЧНИКАМИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

О.А. Тихонова, С.А. Зубов,
А.С. Кретов, А.А. Вьюнова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Перечень методик при проведении психофизиологического обследования работников объектов в области использования атомной энергии при проведении обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров, предусмотренных Приказом Минздрава России от 28.07.2020 N 749н, включает в том числе, тест реакции на движущийся объект (РДО). В совокупности с другими клинико-инструментальными диагностическими методами РДО используется для определения функциональной подготовленности человека, оценивает развитие точности двигательных реакций испытуемого, способность предвидеть поведение объекта и пр.

Развивая концепцию отраслевой системы охраны труда и промышленной безопасности, для разработки лечебно-профилактических мероприятий с целью устранения расстройств адаптации у «стажированных» сотрудников, изучена динамика быстроты реакции в зависимости от возраста.

Цель исследования: оценить реакцию на движущийся объект у лиц, работающих с источниками ионизирующего излучения, в различных возрастных группах, для формирования комплекса восстановительных мероприятий при стресс-индуцированных нарушениях нейропластичности.

Материалы и методы. Анализ результатов теста «Реакция на движущийся объект» проводился на основании данных лиц, проходивших психофизиологическое обследование согласно Приказу Минздрава России от 28.07.2020 N 749н в 2021 г. на базе ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России. Группу наблюдения составили 1300 мужчин и женщин в возрасте от 40 лет и выше. Для анализа использовались табличный метод агрегирования данных, методы визуализации данных с помощью графиков, метод группировки, а также статистические методы (линейная регрессия).

Результаты. Суть методики реакции на движущийся объект (РДО), проводимой с использованием компьютерной программы, заключается в определении точки встречи движущегося объекта с неподвижной точкой, заранее указанной в словесной инструкции. Оценку РДО проводили в соответствии с показателем «Точность реакции» (частота попаданий/%), где рекомендованными недопустимыми величинами являются значения менее 15%. В графическом изображении результаты, полученные в ходе обработки данных, представлены на рисунке 1.

Отмечено, что тренд точности реагирования у работников старших возрастных групп имеет нисходящее направление, о чем свидетельствует наибольшая сила линейной зависимости (отрицательная линейная связь). При этом динамика количества запаздывающих реакций не отличается резкими изменениями. В тоже время, с увеличением биологического и паспортного возраста наблюдается положительная линейная связь со средним временем запаздывающих и опережающих реакций. Значение коэффициента детерминации близкое к единице указывает на то, что объясняемая переменная достаточно точно описывает рассматриваемые модели.

Рисунок 1 – Динамика быстроты реакции на движущийся объект у лиц, работающих с источниками ионизирующего излучения в зависимости от возраста.

Выводы. С целью усиления и поддержания когнитивных способностей, влияющих на процесс принятия решений в атомной отрасли, при формировании комплекса лечебно-восстановительных мероприятий для работников среднего и старшего возраста, рекомендуется практиковать

техники, улучшающие параметры сенсомоторной реакции, в том числе развивать мелкую моторику.

РАДИАЦИОННО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ЗОНЕ НАБЛЮДЕНИЯ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС ЗА ПЕРИОД С 2012 ПО 2024 ГГ.

Р.В. Щедрова

ФГБУЗ ЦГиЭ № 32 ФМБА России, Свердловская область, г. Заречный, РФ

На территории городского округа Заречный Свердловской области расположены потенциальные источники радиоактивного загрязнения – Белоярская АЭС, отнесенная к I категории радиационной опасности, и акционерное общество «Институт реакторных материалов» (эксплуатирующее исследовательский реактор типа ИВВ-2М), отнесенное к III категории радиационной опасности. На сегодняшний день функционируют два энергоблока Белоярской АЭС (БН-600 и БН-800), два энергоблока выведены из эксплуатации. На территории промышленной площадки Белоярской АЭС планируется строительство новых радиационных объектов, в частности 5 энергоблок (с реакторной установкой БН-1200М), а также хранилище твердых отходов, комплекс переработки жидких отходов и др. На энергоблоке № 4 Белоярской АЭС произошел переход на МОКС-топливо. Основными источниками поступления радионуклидов в окружающую среду в процессе деятельности являются вода и выбросы в атмосферный воздух с первой, второй и третьей очереди Белоярской АЭС, а также площадки АО «ИРМ». Одним из критериев для оценки влияния деятельности радиационных объектов является радиационно-гигиенический мониторинг компонентов внешней среды.

На основании государственных нормативных документов ежегодно органом, осуществляющим санитарно-эпидемиологический надзор (Межрегиональным управлением № 32 ФМБА России), составляется и утверждается Регламент исследований при осуществлении социально-гигиенического мониторинга в городском округе Заречный (далее Регламент). На основании данного Регламента аккредитованная ИЛЦ ФГБУЗ ЦГиЭ № 32 ФМБА России производит отбор и исследование проб объектов окружающей

среды на радиационные показатели с установленной периодичностью. Основными исследуемыми показателями в соответствии с действующей областью аккредитации являются суммарная активность бета-излучающих нуклидов, удельная активность ^{90}Sr, ^{137}Cs, как показатели техногенного воздействия радиационных объектов

Цель представленной работы состояла в оценке результатов радиационно-гигиенического мониторинга на территории зоны наблюдения Белоярской АЭС в периоды с 2012 по 2024 гг. по данным ИЛЦ ФГБУЗ ЦГиЭ № 32 ФМБА России, на основании которой можно сделать вывод о возможном влиянии действующих и планируемых к строительству радиационных объектов на территории городского округа Заречный.

В работе графически представлен сравнительный анализ среднегодовых значений суммарной активности бета-излучающих нуклидов, удельной активности ^{90}Sr, ^{137}Cs в период с 2012 по 2024 гг. в объектах окружающей среды (атмосферных осадках и выпадениях, почве, воде водоемов, сточной воде, пищевых продуктах) в зоне наблюдения Белоярской АЭС.

По итогам анализа данных лабораторных исследований ИЛЦ ФГБУЗ ЦГиЭ № 32 ФМБА России в рамках радиационно-гигиенического мониторинга, содержание основных техногенных радионуклидов (^{90}Sr, ^{137}Cs) в объектах окружающей среды за период с 2012 по 2024 гг. не превышало установленные нормативными документами допустимые уровни, также в указанный период отмечена тенденция к снижению значений данных показателей в исследуемых объектах, следовательно, строительство и эксплуатация новых радиационных объектов на территории Белоярской АЭС не увеличит радиационной нагрузки на население ГО Заречный Свердловской области.

Выполненная работа ФГБУЗ ЦГиЭ № 32 ФМБА России в рамках радиационно-гигиенического мониторинга согласно ежегодному Регламенту позволяет оценить радиационную ситуацию на территории городского округа за период с 2012 по 2024 гг. Согласно проведенному анализу данных следует вывод, что при безаварийной работе Белоярской АЭС и АО «ИРМ» существующие уровни техногенных радионуклидов в объектах окружающей среды городского округа Заречный (атмосферных осадках и выпадениях, воде водоемов, пищевых продуктов и др.) не оказывают значимого радиационного воздействия на проживающее на территории радиационного объекта население и объекты окружающей среды.

Раздел 3. Ядерная медицина и радиофармацевтика

ПОЛУЧЕНИЕ ИТТРИЯ-90 МЕТОДОМ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРАКЦИИ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

И.А. Большакова, А.А Ларенков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В настоящее время в мировой клинической практике среди терапевтических радионуклидов широко применяют иттрий-90, так как он имеет короткий период полураспада (64,2 часа) и испускает высокоэнергетическое β-излучение с максимальной энергией – 2,28 МэВ. Ключевым аспектом для эффективного и безопасного применения препаратов на основе иттрия-90 является требование по достижению высокой радионуклидной чистоты. Согласно фармакопейным стандартам, содержание стронция-90 в растворах иттрия-90 для синтеза радиофармпрепаратов должно составлять не более 0,002%, что связано с высокой биологической токсичностью стронция. Поэтому получение высокочистых растворов иттрия-90 – актуальная задача ядерной медицины.

В данном исследовании был осуществлен поиск методики выделения иттрия-90 из смеси $^{90}Sr/^{90}Y$ на твердофазных экстрагентах, которая объединяет в себе селективность жидкостной экстракции и удобство операций колоночной хроматографии. Подтверждена пригодность оригинальной смолы HLB (Waters, США), импрегнированной ди-2-этилгексилфосфорной кислотой (Д2ЭГФК, HDEHP), для разделения пары $^{90}Sr/^{90}Y$. Для дополнительной очистки растворов иттрия-90 от следовых количеств стронция-90, а также конверсии в слабокислую среду было предложено использовать твердофазный

экстрагент TK221 (TrisKem International, Франция), который представляет собой импрегнированную на инертный носитель смесь дигликольамида и фосфиноксида.

Изучено сорбционное поведение иттрия-90 и стронция-90 на твердофазных экстрагентах в статических условиях. По полученным значениям массовых коэффициентов распределения определены оптимальные условия разделения генераторной пары, в результате чего была предложена схема последовательного выделения иттрия-90 на HLB-HDEHP и TK221. В ходе серии экспериментов показана высокая эффективность разделения генераторной пары $^{90}Sr/^{90}Y$, которая характеризуется стабильными выходами дочернего радионуклида (до 91,5%). Примесь стронция-90 в готовых растворах иттрия-90 составила менее 0,002%, что было определено методом жидкостной сцинтилляционной спектрометрии.

Полученные по разработанному способу растворы иттрия-90 были использованы для синтеза радиофармпрепаратов. Радиохимическая чистота препаратов [^{90}Y]Y-DOTA-TATE и [^{90}Y]Y-PSMA-617 составила более 98%. Анализ препаратов был выполнен методами тонкослойной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии. Исследована зависимость радиохимической чистоты препарата от времени инкубирования реакционной смеси с различными концентрациями буферного агента. Определены оптимальные условия проведения синтеза.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФМБА России, НИОКТР 122031100121-4.

СИНТЕЗ И ОЦЕНКА КОМПЛЕКСОВ ^{68}Ga и ^{177}Lu с ПИРИДИН-АЗАКРАУНОВЫМИ ХЕЛАТОРАМИ H_4PATA, PATAM и H_4PATPA

В.Б. Бубенщиков[1], А.А. Ларенков[1],
А.А. Щукина[2], А.Д. Зубенко[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБУ ИНЭОС им. А.Н. Несмеянова РАН, г. Москва, РФ

Галлий-68 и лютеций-177 являются перспективными и востребованными радионуклидами для синтеза радиофармацевтических препаратов (РФП). ^{68}Ga

($T_{½}$=67,7 мин) является генераторным радионуклидом и используется для синтеза диагностических РФП для позитрон-эмиссионной томографии. ^{177}Lu ($T_{½}$=6,7 дней) является β-излучающим радионуклидом, препараты ^{177}Lu применяются при проведении радионуклидной терапии.

В работе рассмотрен синтез и оценка стабильности *in vitro* комплексов ^{68}Ga и ^{177}Lu с тремя хелаторами – H_4PATA, PATAM и H_4PATPA (рисунок 1), синтезированными в институте элементоорганических соединений РАН [1]. Отличительной особенностью данных хелаторов является использование в структуре пиридинового фрагмента, который обеспечивает предварительно организованную полость для связывания катиона металла, что увеличивает скорость реакции комплексообразования за счёт снижения затрат энергии, необходимых молекуле для изменения конформации. В качестве хелатора сравнения использовался широко известный хелатор H_4DOTA (1,4,7,10-тетраазациклододекан-N,N',N″,N‴-тетрауксусная кислота).

PATAM H_4PATA H_4PATPA

Рисунок 1 – Структуры хелаторов

В результате исследования были синтезированы комплексы ^{68}Ga и ^{177}Lu со всеми исследуемыми хелаторами. При этом условия синтеза и радиохимический выход (РХВ) заметно разлучались в зависимости от функциональных групп хелаторов. В данном случае хелаторы можно расположить в следующем ряду по уменьшению эффективности комплексообразования H_4DOTA = H_4PATPA ≥ H_4PATA > PATAM. Синтез комплексов с хелаторами H_4PATA и H_4PATPA был возможен даже при комнатной температуре в течение 15 минут с РХВ >75%. Нагревание реакционной смеси до 95°С обеспечивало практически количественный выход (≥90%) для всех комплексов, за исключением [^{68}Ga]Ga-PATAM (РХВ ~80%). Оценка стабильности полученных комплексов в сыворотке крови

и при трансхелатировании в 1000-кратном молярном избытке ЭДТА показала, что комплексы [^{177}Lu]Lu-PATPA и [^{68}Ga]Ga-PATAM являются нестабильными (<50% исходного комплекса). Комплексы ^{68}Ga можно расположить в следующем ряду по уменьшению стабильности [^{68}Ga]Ga-DOTA > [^{68}Ga]Ga-PATA > [^{68}Ga]Ga-PATPA ≫ [^{68}Ga]Ga-PATAM. Комплексы ^{177}Lu оказались более стабильными, для [^{177}Lu]Lu-PATA и [^{177}Lu]Lu-PATAM можно отметить лишь незначительное (~5%) трансхелатирование. В целом, H_4DOTA остаётся наиболее предпочтительным хелатором для синтеза стабильных комплексов ^{68}Ga и ^{177}Lu, однако требует нагревания реакционной смеси. При этом можно отметить перспективный для дальнейших исследований хелатор H_4PATA, который позволяет проводить синтез с комплексов с ^{177}Lu при комнатной температуре.

Список использованных источников:

1. Shchukina, A.A. et al. Evaluation of Chelating Agents Based on Pyridine-Azacrown Compounds H4PATA, PATAM, and H4PATPA for 68Ga and 177Lu. *Nucl. Med. Biol.* **2025**, *140–141*, 108972, doi:10.1016/j.nucmedbio.2024.108972.

РОЛЬ ПРОТОННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ХОРДОМ СКАТА ЧЕРЕПА ОПЫТ НА БАЗЕ УЧРЕЖДЕНИЯ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ

О.П. Букарева, А.В. Незвецкий, Ю.Д. Удалов,
А.Б. Саакян, Е.В. Маякова

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России, г. Димитровград, РФ

Актуальность проблемы. Хордомы – редкие, злокачественные новообразования, которые обычно возникают в осевом скелете, эмбриологически развиваясь из остатков нотохорда, по данным Всемирной организации здравоохранения отнесены к числу самых редких онкологических заболеваний. Опухоль выявляется с частотой 1 случай на 1 000 000 населения в год. По данным Института нейрохирургии имени Н.Н. Бурденко средний возраст больных хордомами основания черепа составляет 40 лет. При этом в 10% случаев хордома развивается в детском

возрасте, 86% пациентов составляют лица в возрасте от 18 до 65 лет и 4% – старше 65 лет [1].

Материалы и методы. Данное исследование основано на данных 11 пациентов, которым в период с 2021 по 2022 годы на базе ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России был проведен курс протонной лучевой терапии с использованием технологии карандашного сканирующего пучка (PBS) по поводу хордомы [2].

Результаты и их обсуждение. Всем пациентам в качестве первого этапа лечения были выполнены 1 полная резекция R0 в 4,4% случаях, 2 резекции R1 – 18,2%, 8 резекций R2 – 72,7%. Gross Tumor Volume (GTV) определяли по данным планируемых после операции КТ и МРТ и составлял в среднем 26,23 см^3. Clinical Tumor Volume (CTV) определялся на основании предоперационного распространения опухоли, включая области предполагаемого микроскопического распространения, а также хирургического маршрута в соответствии с предоставленным пациентом ходом операции.

Протонная терапия проводилась по методике карандашно-лучевого сканирования (PBS) в средней дозе 70,0±4 ГрЭ с предписанной дозой 70 ГрЭ. Относительная биологическая эффективность (RBE) была определена как 1,1. Охват GTV был максимальным с учетом дозо-объемных ограничений на критические органы (OAR). Терапия проводилась по методике протонной терапии с модуляцией интенсивности (IMPT).

Наблюдение проводилось с интервалом 3-6 месяцев в течение первых 2-3 лет с помощью клинической оценки и МРТ, а также КТ-изображений. Местный контроль определялся как уменьшением объема опухоли или стабилизацией процесса согласно критериям RECIST 1.1 при сравнении последующих МРТ и КТ с изображениями, полученными до начала протонной терапии.

Рассчитывались показатели локального контроля (ЛК), общей выживаемости (ОВ), а также токсичность.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы SPSS Statistica, различия со значением p ниже 0,05 считались статистически значимыми.

Локальный контроль (ЛК) и ОВ оценивались по методу Каплана-Мейера. В связи с небольшим количеством случаев, пациенты не были сгруппированы по параметрам лечения, так как результаты в небольших группах невозможно оценить корректно. Пациенты с местным контролем были отсеяны на момент

последнего наблюдения или смерти, в зависимости от того, что наступило раньше. ОВ рассчитывалась с момента начала протонной терапии до смерти или даты последнего наблюдения. Контроль опухоли определялся как отсутствие прогрессирования по клинической или рентгенологической оценке. Токсичность оценивалась в соответствии со шкалой CTCAE, v. 5.0. Сведения о пациентах собирались с использованием программы для ЭВМ «Проторегистр-21», разработанной в рамках научно-исследовательской работы в ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА России [2].

Результаты исследования. Медиана времени наблюдения после протонного облучения составила 21 месяц (диапазон 5-36 мес.). Показатели 1 и 2-летней выживаемости составили 100%, показатели 3-летней выживаемости – 89,9%, 1 пациент умер по причинам, не связанным с опухолью (инфаркт миокарда).

За указанный период наблюдения было выявлено 2 (18,1%) пациента с локальными рецидивами через 32 и 36 месяцев после протонной терапии. У обоих пациентов на момент лечения имелась опухоль большого размера (объем GTV у одного пациента составил 63,29 см^3; у другого – 62,71 см^3 соответственно). Внутричерепных и отдаленных метастазов не наблюдалось.

Лучевая терапия переносилась пациентами удовлетворительно, вынужденные остановки в лечении, связанные с острыми лучевыми реакциями, не наблюдались. Острая токсичность была представлена кератитом 1 степени (n=3, 27,3%) или 2 класса (n=2, 18,2%). Все случаи были зарегистрированы в течение 1-го года наблюдения после проведенной лучевой терапии.

Поздняя лучевая токсичность 3 степени в виде оптической нейропатии наблюдалась у 1 (9%) пациента. У данного пациента опухоль вплотную прилежала к хиазме, компримируя ее. Облучение данному пациенту проводилось в режиме стандартного фракционирования 5/2, суммарная доза на опухоль составила 70 ГрЭ. Случаев клинически проявляющегося радиоиндуцированного миелита, повреждения ствола головного мозга или некроза головного мозга, а также токсичности 4 и 5 степени по CTCAE не наблюдалась.

Выводы. В целом, данное исследование демонстрирует, что протонная лучевая терапия с помощью PBS является безопасным и эффективным методом лечения пациентов с хордомами ската черепа и может быть рекомендована к рутинному клиническому применению.

Список использованных источников:

1. Травкина Ю. В., Жевак Т. Н., Литвицкий П. Ф. Хордома: этиология, патогенез, диагностика, лечение // ВСП. 2018. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/hordoma-etiologiya-patogenez-diagnostika-lechenie (дата обращения: 06.12.2024.
2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022660422 Российская Федерация. Проторегистр-21: № 2022619817: заявл. 27.05.2022: опубл. 03.06.2022 / Н. Е. Тихомиров, Ю. Д. Удалов; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр медицинской радиологии и онкологии» Федерального медико-биологического агентства. – EDN ICPMHE.

ПСМА-ТАРГЕТНАЯ РАДИОЛИГАНДНАЯ ТЕРАПИЯ РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКИМИ ЛЕКАРСТВЕННЫМИ ПРЕПАРАТАМИ В УСЛОВИЯХ ФГБУ ФНКЦРИО ФМБА РОССИИ

Ю.А. Кайдаш, П.В. Сычев, Ю.Д. Удалов,
Е.В. Маякова, М.И. Щербаков

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России, г. Димитровград, РФ

Актуальность проблемы. По статистическим данным по распространенности рак предстательной железы (РПЖ) в России занимает 3 место. Среди главных причин смерти ОПЖ находится на 5-м месте среди мужчин в возрасте до 70 лет, и на 4-м – у мужчин 70 лет и старше [1]. В России от данного заболевания умирает до 13 тысяч человек в год. Это 8,2% от всех смертей от злокачественных заболеваний среди мужчин и третье место после опухолей дыхательной системы и желудка. В настоящее время ведется активный поиск новых методов лечения. Последние достижения в понимании молекулярных механизмов развития онкологических заболеваний стали толчком к появлению методов таргетной терапии РПЖ. Остановить стремительное прогрессирование заболевания и продлить жизнь пациентов с максимальным качеством – основная цель.

Цель исследования: оценка эффективности и токсичности терапии таргетными радиофармацевтическими лекарственными препаратами (РФЛП).

Ключевые слова: рак предстательной железы, радионуклидная терапия, РФЛП, 225Ac, 177Lu, 223Ra.

Материалы и методы. Таргетная терапия предполагает целенаправленное воздействие на раковые клетки и направлена на разрушение или «выключение» определенных молекул, которые стимулируют рост злокачественного новообразования. Поскольку таргетная терапия действует избирательно, она связана с меньшим количеством побочных эффектов, чем химиотерапия или дистанционная лучевая терапия. Новое лечение можно применять как самостоятельно, так и в сочетании с другими методиками противоопухолевой терапии. Лютеций (Lu177-DOTA-PSMA) – радиоконъюгат, состоящий из лиганда PSMA-617, таргетированного на человеческий простатспецифический мембранный антиген (PSMA), конъюгированного с β-излучающим радиоизотопом лютеция 177Lu, проявляющий противоопухолевую активность. β-излучение проникает на расстояние менее 2 мм, что позволяет исключить радиоактивное повреждения окружающих здоровых тканей и органов. С кровотоком соединение лютеция-177 разносится по организму и избирательно оседает только в пораженных раком простаты тканях. Запускается высокоспецифичный процесс местной и прицельной лучевой терапии.

В последние годы в практику радионуклидной терапии активно внедряются РФЛП, меченные α-излучателями, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с β-излучающими радионуклидами. Одним из таких перспективных радионуклидов для радионуклидной терапии является 225Ac. Испускаемые α-частицы имеют высокую линейную передачу энергии, с пробегом в мягких тканях в пределах 80-100 мкм, что способствует эффективности лечения небольших поражений и метастазов. РФЛП, меченные радионуклидом 225Ac, показали свою эффективность при лечении онкологических заболеваний и изучаются в доклинических и клинических исследованиях.

Результаты. В 2022-2023 гг. в рамках научно-исследовательской работы были пролечены пациенты отечественным препаратом на основе 223-радия на базе ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России [2, 3]. 15 сентября 2023 года впервые в системе ФМБА России, в Федеральном научно-клиническом центре медицинской радиологии и онкологии ФМБА России, были пролечены пациенты с диагнозом метастатический кастрационно-резистентный РПЖ

методом системной радионуклидной терапии с применением инновационного радиофармацевтического лекарственного препарата на основе Lu-177 (Лютеций-177). В настоящий момент в условиях ФНКЦРиО радиолигандную ПСМА-терапию Lu-177 получили 90 пациентов. 24 июля 2024 года впервые в системе ФМБА России, в Федеральном научно-клиническом центре медицинской радиологии и онкологии ФМБА России, методом системной радионуклидной терапии с применением инновационного радиофармацевтического лекарственного препарата на основе Ac-225 (Актиний-225) были пролечены пациенты с диагнозом метастатический РПЖ. В настоящий момент пролечено 9 пациентов. Полученные результаты лечения показывают, что серьезных нежелательных явлений не выявлено. За пациентами ведется регулярное наблюдение как в процессе проведения терапии, так и систематический контроль после лечения. Таким образом, показатели крови должны контролироваться через 2 и 6 недель после терапии. В единичных случаях после повторной терапии может наблюдаться длительное ограничение функции костного мозга с необходимостью переливания крови.

Выводы. Следует отметить, что системная радиолигандная ПСМА-терапия является высокоспецифичным видом лечения, в результате которой повреждение здоровых тканей и органов минимально, поскольку применяющийся тип радионуклидного препарата концентрируется, главным образом, в опухолевых клетках. В результате данной терапии замедляется рост метастазов и раковых клеток в мягких тканях и костях, отмечается высокая вероятность ремиссии.

Заключение. Радиолигандная ПСМА-терапия – это уникальная возможность оказания направленной специализированной медицинской помощи больным РПЖ. Таргетная радиотерапия получает всё большее распространение при лечении пациентов, страдающих раком предстательной железы на поздних стадиях. В задачи данного вида лечения входит как уменьшение опухолевой нагрузки и распространения опухолевого процесса, так и уменьшение выраженности симптомов, в т.ч. болей, связанных с наличием костных метастазов и улучшение качества жизни пациентов.

Список использованных источников:

1. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена − филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, − 2024. − илл. − 262 с.

2. Реализация научных исследований в области ядерной медицины в ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России: краткие результаты и перспективы развития / П. В. Сычев, Ю. Д. Удалов, А. Ю. Васильев [и др.] // Вопросы онкологии. – 2023. – Т. 69, № 3S. – С. 423-425.
3. Анализ динамического наблюдения пациентов, получивших радионуклидную терапию отечественным препаратом на основе 223-радия на базе ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России / П. В. Сычев, Ю. Д. Удалов, Е. В. Маякова [и др.] // Онкорадиология, лучевая диагностика и терапия: Сборник тезисов, Москва, 10–12 февраля 2023 года. – Москва: Национальный центр онкорадиологической компетенции, 2023. – С. 87-88.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНВЕРСИИ И РАДИОХИМИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ DOTA-КОНЪЮГИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ЛЮТЕЦИЯ-177

А.А. Ларенков, Ю.А. Митрофанов, М.Г. Рахимов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Радиохимическая чистота (РХЧ) – один из ключевых критериев качества РФЛП, используемых в клинической практике. Важно помнить, что понятие РХЧ включает в себя весь спектр возможных и определяемых химических форм радионуклида, а не только, например, количество радионуклида, вступившего в реакцию комплексообразования (характеризующее уровень радиохимической конверсии). В контексте широкого спектра возможных радиохимических примесей (РХП) особенно наглядным примером является молекула [^{177}Lu]Lu-PSMA-617. Было показано, что радиохимические примеси могут образовываться при синтезе [^{177}Lu]Lu-PSMA-617 из-за спонтанной, термически опосредованной конденсации фрагмента Glu-C(O)-Lys, приводящей к образованию трех циклических форм, не имеющих сродства к PSMA-рецептору (*in vitro*), а также быстро выводящихся почками (*in vivo*). Присутствие этих примесей снижает РХЧ и накопление радиоактивности в клетках-мишенях. Образование подобных примесей будет

характерно для всех PSMA-лигандов с фармакофором Glu-C(O)-Lys, независимо от природы используемого радионуклида. В свою очередь, применение повышенных температур зачастую необходимо для эффективного и быстрого инкорпорирования радионуклида в структуру векторных молекул. Таким образом, актуальным представляется выбор альтернативных условий синтеза, позволяющих получать РФЛП как с высокой РХЧ (с учётом всех возможных примесей), так и с воспроизводимо высоким выходом.

Целью данного исследования была оценка эффективности альтернативных методов синтеза [^{177}Lu]Lu-PSMA-617 и родственных радиоконъюгатов с использованием микроволнового нагрева (СВЧ) и при добавлении сорастворителя (этанола) для обеспечения высокого радиохимического выхода и РХЧ за минимально возможное время и при минимально необходимой и достаточной температуре.

Результаты исследования показали, что СВЧ-нагрев позволяет достичь высоких уровней радиохимической конверсии даже в условиях, когда целевая реакция осложнена, что значительно расширяет допустимые варианты синтеза в присутствии вспомогательных веществ различной природы и концентрации. Основным преимуществом СВЧ-нагрева является повышение эффективности синтеза [^{177}Lu]Lu-PSMA-617 без сопутствующего увеличения содержания РХП от термоциклизации/термодеградации. В условиях СВЧ-нагрева в течение 1 мин. происходит количественное связывание ^{177}Lu (≥99%), при РХЧ ≥99%. Сокращение необходимого и достаточного времени синтеза в условиях высокой радиационной нагрузки при мультидозовом синтезе дает возможность оптимизировать состав реакционной смеси по требуемому содержанию стабилизаторов и количеству максимальной разовой активности ^{177}Lu. Аналогичная картина наблюдается при СВЧ-синтезе радиоконъюгатов с ^{44}Sc, ^{225}Ac и др.

Применение этанола в качестве сорастворителя также значительно улучшает выход синтеза по параметрам необходимых температуры, времени и концентрации прекурсора. Увеличение выхода коррелирует с увеличением содержания этанола в реакционной смеси. Определённый оптимум наблюдается в районе 40 об.%. Гарантированный выход синтеза [^{44}Sc]Sc/[^{177}Lu]Lu-PSMA-617 >98% в присутствии этанола достигается при использовании 3-5 ммоль прекурсора, тогда как в водных растворах такая эффективность достижима только при использовании концентраций на порядок выше. При 40 об.% этанола, pH 4,5 (0,03 М ацетат натрия) и

соотношении [^{177}Lu]:[PSMA]=1:8 количественный выход синтеза наблюдается через 10 мин. уже при комнатной (!) температуре.

Применение альтернативных условий синтеза, таких как микроволновой нагрев и добавка этанола в качестве сорастворителя позволяет существенно повысить эффективность и воспроизводимость наработки DOTA-конъюгированных векторных молекул с лютецием-177 другими радионуклидами-металлами, обеспечивая высокую конверсию и РХЧ при минимально необходимых и достаточных показателях температуры и времени реакции.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФМБА России (НИОКТР №122031100121-4)

СИНТЕЗ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ РАСТВОРОВ ^{44}Sc, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ РАДИОНУКЛИДНОГО ^{44}Ti/^{44}Sc ГЕНЕРАТОРА

П.А. Мирошин, А.А. Ларенков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Скандий-44 является многообещающим радионуклидом для позитронно-эмиссионной томографии. Одним из способов получения ^{44}Sc является использование радионуклидного генератора ^{44}Ti/^{44}Sc. Генератор характеризуется мобильностью и простотой в эксплуатации, а ядерно-физические характеристики генераторной пары ^{44}Ti/^{44}Sc обеспечивают ежедневный доступ к скандию-44. На сегодняшний день не существует коммерчески доступной технологии генераторной системы ^{44}Ti/^{44}Sc и все известные образцы находятся на стадии прототипов. В данном исследовании был использован радионуклидный генератор ^{44}Ti/^{44}Sc на основе твердофазного экстрагента TEVA, с загрузкой ^{44}Ti – 29 МБк. Параметры генератора ^{44}Ti/^{44}Sc: элюент – 1 мл 0,1 М $H_2C_2O_4$/0,2 М HCl_{aq}, выход ^{44}Sc – 91±6%, проскок ^{44}Ti – $1{,}5\cdot10^{-5}$%. Для определения оптимальных условий сорбции ^{44}Sc на твердофазном экстрагенте Chromabond PSA (силикагель, импрегнированный пропилсульфоновой кислотой) был проведен ряд экспериментов в статических (определение массовых коэффициентов распределения D_g(^{44}Sc), мл/г) и

динамических условиях (с использованием хроматографических колонок PEEK (∅2,1 мм и длинной 50 мм) и навеской экстрагента 90-100 мг). После определения оптимальных условий, сорбцию ^{44}Sc проводили из раствора элюата генератора (0,1 М $H_2C_2O_4$/0,2 М HCl_{aq}) с использованием тех же хроматографических колонок. Для удаления остатков элюента колонки промывали 1 мл этанола. Десорбцию ^{44}Sc проводили растворами натриевых солей карбоновых кислот (для всех растворов pH 4,5). Объем элюента для всех соединений был постоянным – 1 мл. Процесс синтеза препаратов был проведен в течение 15 минут при температуре 95°C и pH растворов 4,5.

Для проведения процедуры кондиционирования элюата генератора $^{44}Ti/^{44}Sc$ нами был выбран твердофазный экстрагент PSA. Для него были получены коэффициенты распределения ^{44}Sc ($D_g(^{44}Sc)$ в элюате генератора, среднее значение которых составило 43±2 мг/мл. Также результаты экспериментов в динамических условиях показали, что из элюата генератора $^{44}Ti/^{44}Sc$ возможна количественная сорбция ^{44}Sc (≥99%) на твердофазном экстрагенте. Десорбцию ^{44}Sc проводили фармацевтически приемлемыми растворами натриевых солей карбоновых кислот, а также раствором сравнения – альфа-гидроксиизобутиратом. Для растворов (с концентрацией 1 М) малата, сукцината, лактата, альфа-гидроксиизобутирата, пирувата и ацетата натрия выход десорбции (%) составил 92±3, 91±1, 90±2, 86±3, 85±2 и 79±1 соответственно.

Также в данных растворах (в интервале концентраций от 0,2 до 1 М) был проведен ряд экспериментов по синтезу радиофармацевтических препаратов – [^{44}Sc]Sc-DOTATATE и [^{44}Sc]Sc-PSMA-617. Приемлемые значения радиохимического выхода были получены при синтезах [^{44}Sc]Sc-DOTATATE на основе растворов скандия-44 в 0,2 М сукцинате (95±3%) и пирувате (97±1%) натрия. В растворах ацетата натрия [^{44}Sc]Sc-DOTATATE был получен с радиохимическим выходом ≥99% на всем диапазоне концентраций. Также, в 1 М растворе ацетата натрия были проведены синтезы препарата [^{44}Sc]Sc-PSMA-617 с различной концентрацией прекурсора – 5, 10 и 20 мгк/мл. В результате величина радиохимического выхода (%) составила 95±2, 96±3 и ≥99 соответственно. Также ^{44}Sc в растворах ацетата натрия с концентрациями 0,3, 0,5 и 1 М был использован для синтезов нового радиофармпрепарата [^{44}Sc]Sc-FAPI-2286, с концентрациями прекурсора 5 и 10 мкг/мл. В результате проведенных экспериментов, для синтезированного РФП [^{44}Sc]Sc-FAPI-2286 в 1 М растворе ацетата натрия на всем диапазоне концентраций прекурсора радиохимический выход (%) составил 95±2. В двух других растворах (0,3 и

0,5 М ацетате натрия) все синтезированные РФП характеризовались количественной радиохимической конверсией ^{44}Sc (≥99%).

В результате проведенной работы была разработана оригинальная методика кондиционирования элюата генератора $^{44}Ti/^{44}Sc$ на основе TEVA с использование твердофазного экстрагента Chromabond PSA. Предложенная методика получения растворов скандия-44 позволяет с высокой эффективностью проводить его инкорпорирование в структуру любых DOTA-конъюгированных лигандов, что было показано на примере синтеза целого ряда радиофармацевтических препаратов на основе ^{44}Sc.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФМБА России (НИОКТР №122031100121–4).

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АНТИОКСИДАНТЫ В СОСТАВЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ РАДИОФАРМПРЕПАРАТОВ

Ю.А. Митрофанов, Е.П. Павленко,
М.Г. Рахимов, А.А. Ларенков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Радиолитическая стабильность готовой лекарственной формы (ГЛФ) радиофармацевтического лекарственного препарата (РФЛП) является одним из ключевых параметров, определяющих срок хранения ГЛФ. Величина срока хранения, в частности, критична с точки зрения транспортировки РФЛП в учреждения, не имеющих возможности изготавливать препарат на месте. Низкая радиолитическая стабильность препарата приводит к снижению его радиохимической чистоты (РХЧ) за счёт постепенного накопления продуктов деградации радиоконъюгата, которые существенно отличаются по своим фармакокинетическим свойствам от основного соединения. Введение препарата с низким РХЧ, с одной стороны, может привести к необоснованному облучению здоровых органов и тканей (за счёт продуктов радиолиза, содержащих в своём составе радионуклид), с другой – к формированию поглощенной дозы в злокачественных новообразованиях.

Основной причиной радиолитической деградации препарата является косвенное действие ионизирующего излучения – взаимодействие с активными частицами (ионами, радикалами и т.п.) компонентов раствора, образовавшимися под действием излучения радионуклида, входящего в состав ГЛФ РФЛП. Для подавления активности образующихся радикалов давно используются вещества, характеризующиеся высокой антиоксидантной активностью — поглотители радикалов. Наиболее популярными в данном отношении в стали гентизиновая и аскорбиновая кислоты и их смеси, однако их применение приводит к ряду нежелательных явлений: изменение (появление) окраски препарата, накопление потенциально токсичных производных, а также сложность количественного анализа нерадиоактивных компонентов в ГЛФ.

Цель исследования: поиск альтернативных акцепторов радикалов (стабилизаторов), для эффективного поддержания РХЧ ГЛФ РФЛП в условиях высоких дозовых нагрузок.

В данной работе проведено сравнение серасодержащих аминокислот (цистеина, аллилцистеина, аллицистеинсульфоксида и аллилмеркаптоцистеина, тиопролина и метионина), таурина и гипотаурина, а также *мезо*-димеркаптоянтарной кислоты с гентизиновой кислотой (и её структурными изомерами), сиреневой кислотой и ванилином в отношении эффективности снижения скорости падения РХЧ препаратов [^{177}Lu]Lu-PSMA-617. Показано, что среди исследованных сераорганических соединений производные цистеина обладают сопоставимой, а в некоторых случаях и более высокой активностью в отношении подавления радиолиза по сравнению с гентизиновой кислотой. Так например, при прочих равных условиях использование аллимеркаптоцистеина позволяет сохранять РХЧ [^{177}Lu]Lu-PSMA-617 на уровне ≥95% в 1,4-1,5 раза дольше по сравнению с эквивалентным количеством гентизиновой кислоты. Отмечена обратная корреляция между формальной степенью окисления атома серы в соединении и его радиопротекторными свойствами. Обнаружено, что изомеры гентизиновой (2,3-, 2,5-, 2,6-, 3,4- и 3,5-дигидроксибензойные) и сиреневая (4-гидрокси-3,5-диметоксибензойная) кислоты обладают практически одинаковой стабилизирующей способностью, в то время как ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) оказался лучшим стабилизатором, сравнимыми по активности с аллилмеркаптоцистеином. Тем не менее, все препараты, содержащие производные фенола, с течением времени

приобретали окраску в отличие от препаратов, содержащих сераорганические соединения.

Использование исследованных сераорганических соединений позволяет избежать некоторых негативных аспектов применения иных антиоксидантов (например гентизиновой и аскорбиновой кислот): появление окраски РФЛП, образование потенциально токсичных фенольных соединений и бензохинонов, обусловленное продуктами их радиолиза. Применение подобных сераорганических соединений позволяет проводить синтез РФЛП при одновременном присутствии всех компонентов радиофармацевтической композиции, в отличие, например, от композиций, содержащих неустойчивую к нагреванию аскорбиновую кислоту, обеспечивая при этом эффективную стабилизацию препарата.

Исследование выполнено в рамках государственного задания и при финансовой поддержке Федерального медико-биологического агентства России (тема No. 122031100121-4, научный руководитель А. Ларенков).

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕНИЯ ^{68}Ga-МЕЧЕННЫХ КОНЪЮГАТОВ ФОЛИЕВОЙ КИСЛОТЫ В ОЧАГАХ ЮВЕНИЛЬНОГО ИДИОПАТИЧЕСКОГО АРТРИТА

К.А. Петросова[1,2], М.Г. Рахимов[1], А.А. Ларенков[1], А.С. Лунёв[1], А.Э. Мачулкин[3], Ф.И. Василевич[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина, г. Москва, РФ
[3]МГУ им. М. Ломоносова, г. Москва, РФ

Введение. Фолатные рецепторы (FR) типа α чрезмерно экспрессируются на многих типах неопластических клеток, однако эти рецепторы сильно ограничены в нормальных дифференцированных тканях [1,2]. Результаты имеющихся на сегодняшний день исследований *in vitro* и *in vivo* с производными фолиевой кислоты предполагают, что FRα могут быть потенциальной мишенью для визуализации опухолей [3]. Однако механизм

накопления радиомеченых фолатов может также быть опосредован опухоль-ассоциированными макрофагами, экспрессирующими FRβ.

Целью настоящей работы является исследование биораспределения *ex vivo* новых, ранее не изученных соединений на основе фолиевой кислоты, меченных диагностическим радионуклидом Ga-68, на модели ювенильного идиопатического артрита (ЮИА) крыс, характеризующегося выраженным макрофагальным иммунным ответом.

Материалы и методы. Объекты исследования – конъюгаты фолиевой кислоты FA-I, FA-II и FA-III, меченные галлием-68. ЮИА моделировали на самках крыс линии Wistar по методике, изложенной в Патенте [4].

Результаты. Были получены высокие значения коэффициентов дифференциального накопления (КДН) *лапа с ЮИА/здоровая лапа* для трёх исследуемых соединений: 4,5 для [^{68}Ga]Ga-FA-I, 4,2 для [^{68}Ga]Ga-FA-II и 3,7 для [^{68}Ga]Ga-FA-III.

Выводы. Полученные экспериментальные данные свидетельствуют об активном накоплении меченых конъюгатов фолиевой кислоты в очагах выраженного макрофагального иммунного ответа, что подтверждает теорию о двойственном механизме накопления исследуемых соединений в очагах злокачественных новообразований, опосредованном как наличием FRα на поверхности опухолевых клеток, так и FRβ, экспрессируемых макрофагами, участвующими в злокачественном процессе.

Литературные источники:

1. Patel N.R., Piroyan A., Nack A.H., Galati C.A., McHugh M., Orosz S., Keeler A.W., O'Neal S., Zamboni W.C., Davis B., Coleman T.P., Mol. Pharm., 2016, 13, 1996–2009.
2. Siwowska K., Haller S., Bortoli F., Benešová M., Groehn V., Bernhardt P., Schibli R., Müller C., Mol. Pharm., 2017, 14, 523–532.
3. Fernández M., Javaid F., Chudasama V. Advances in targeting the folate receptor in the treatment/imaging of cancers // Chem. Sci., 2018, 9, 790–810. DOI: 10.1039/c7sc04004k
4. Способ создания биологической модели системного ювенильного идиопатического артрита в эксперименте. Патент RU 2 612 843 C1, опубликовано: 13.03.2017, Бюл. № 8.

БАЗА ДАННЫХ ПАЦИЕНТОВ, ПОЛУЧАВШИХ ЛЕЧЕНИЕ РАКА ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЕТОДОМ РАДИОНУКЛИДНОЙ ТЕРАПИИ 131I В СИСТЕМЕ ФМБА РОССИИ

М.И. Щербаков, Ю.А. Кайдаш, П.В. Сычев,
Ю.Д. Удалов, Е.В. Маякова

ФГБУ ФНКЦРиО ФМБА России, г. Димитровград, РФ

Актуальность проблемы. Рак щитовидной железы (РЩЖ) – злокачественная эпителиальная опухоль, развивающаяся из фолликулярных или парафолликулярных клеток щитовидной железы (ЩЖ). По статистическим данным за 2023 г. рак щитовидной железы находится на 3 месте по частоте выявляемости (37,6%). При этом частота выявления в поздних стадиях (III-IV) составляет почти 8% [1].

Цель исследования: формирование персонализированного подхода к лечению рака щитовидной железы 131I в системе ФМБА России.

Ключевые слова: рак щитовидной железы, радионуклидная терапия, 131I.

Материалы и методы. На сегодняшний день не существует единого мнения касательно подхода к лечению пациентов с высокодифференцированным раком щитовидной железы (ВДРЩЖ) радиоактивным йодом. К сожалению, число длительных проспективных рандомизированных исследований, оценивающих отдаленные результаты лечения пациентов, получавших радиойодтерапию РЩЖ, весьма ограничено [2, 3]. Поэтому для решения спорных вопросов по радиойодтерапии РЩЖ, необходимо проанализировать данные о пациентах, получавших радионуклидную терапию в системе ФМБА России. На основе проведения мониторинга их состояния, планируется сформировать базу данных и программный продукт на основе лицензионного программного обеспечения. В настоящее время в базу данных вносятся параметры функционирования различных органов и систем пациента онкологического профиля, в том числе с учетом анамнестических данных, физические характеристики радионуклидной терапии с дифференцировкой по непосредственным результатам и конечному исходу специального противоопухолевого лечения. В рамках работы планируется обеспечить возможность решения задачи

прогнозирования непосредственных и отдаленных результатов лечения методом радионуклидной терапии пациента до проведения радионуклидной терапии 131I на этапе первичного контакта с врачом-радиологом, онкологом. Использование параметров базы данных позволит определить конкретные факторы риска, ранжировать потенциальный вклад каждого из факторов в конечный исход лечения, а также определить пути дополнительной диагностики и коррекции отклоненных показателей на этапе подготовки пациента к проведению радионуклидной терапии I131 при лечении рака щитовидной железы. В настоящее время продолжается сбор данных о пациентах в соответствии с отобранными критериями, который проводится посредством внесения сведений через разработанную веб-форму.

Результаты. В процессе разработки программного обеспечения разработан дополнительный интерфейс для ввода информации о текущем состоянии пациента перед проведением радионуклидной терапии, реализован алгоритм поиска и анализа аналогичных клинических случаев, разработан интерфейс представления найденных клинических случаев. Планируется разработка алгоритма определения оптимальной эффективной дозы радиофармацевтического лекарственного препарата, алгоритма и интерфейса демонстрации прогноза на основе собранных в базе статистических данных по проведенным курсам лечения, доработка структуры базы данных.

Выводы. С помощью программного продукта возможно оперативно систематизировать и анализировать данные о пациентах в реальном времени. Данная функция позволит применять персонифицированный подход к каждому пациенту.

Заключение. Впервые в России создана новая база данных пациентов, получавших радионуклидную терапию 131I в системе ФМБА России при лечении рака щитовидной железы [4], проведена оценка совместимости и эффективности базы данных на основе разработки комплекса методов и алгоритмов создания программной платформы интеллектуального анализа результатов радионуклидной терапии 131I для совершенствования методик лечения рака щитовидной железы и клинического применения, а также оценка возможности использования программной платформы интеллектуального анализа результатов радионуклидной терапии 131I для совершенствования методик лечения рака щитовидной железы и клинического применения.

В базе данных «Радиор-25» формируется массив информативных показателей, который позволит обеспечить подбор наиболее оптимальной

программы лечения рака щитовидной железы в рамках персонифицированного подхода.

Список использованных источников:

1. Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, А.О. Шахзадовой. Состояние онкологической помощи населению России в 2023 году. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена − филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, − 2024. − илл. − 262 с.
2. Волкова Н.И., Меренкова М.Д. Ошибки в лечении высокодифференцированного рака щитовидной железы как междисциплинарная проблема. Медицинский вестник Юга России. 2021;12(2):92-95. Б01 10.21886/22198075-2021-12-2-92-95.
3. Дедов, И. И. Эндокринология: национальное руководство / под ред. Дедова И. И., Мельниченко Г. А. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 1112 с. – ISBN 978-5-9704-5083-3.
4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622555 Российская Федерация. «Радиор-25»: № 2024625013: заявл. 07.11.2024: опубл. 18.11.2024/ П.В. Сычев, Ю.Д. Удалов, Е.В. Маякова, [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр медицинской радиологии и онкологии» Федерального медико-биологического агентства.

Информация о финансировании исследования: *Работа выполнена в рамках государственного задания ФМБА России регистрационный № НИОКТР 1022060300090-7-3.2.21.*

Раздел 4. Авиационная и космическая медицина

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ У ЖИВОТНЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

И.А. Веселовский, А.С. Прокофьева, С.Н. Лукьянова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Одним из наиболее неблагоприятных и распространённых факторов окружающей среды является акустическое воздействие. Длительное сверхнормативное акустическое воздействие приводит к развитию нейросенсорной тугоухости и других профессиональных заболеваний. Уровни звука свыше 130 дБ могут приводить к резкой боли, а свыше 170 дБ – травмам уха с разрывом барабанных перепонок и др.

Оценку степени тяжести вреда здоровью при воздействии высокоинтенсивных факторов рекомендуется проводить, руководствуясь приказом Минздравсоцразвития № 194н от 24.04.2008 [1]. Одним из показателей состояния слуха является порог его восприятия. На сегодняшний день существует несколько различных методов оценки порога слуха, наиболее часто применимым из них является тональная аудиометрия. Однако этот метод является субъективным и основан на обратной связи, поэтому при проведении медико-биологических исследований с привлечением животных как биологических моделей не применим. Другим соответствующим приёмом является метод объективной аудиометрии, основанный на регистрации коротколатентных вызванных потенциалов [2]. Вызванные потенциалы (ВП) – электрическая активность (отклик) головного мозга, возникающая на стимуляцию определенной модальности. Этот метод оценки является объективным и его можно применить на биологической модели.

Целью нашей работы было определение порога слуха и его изменение при действии экстремального акустического фактора у кроликов. Для этого было необходимо адаптировать метод регистрации акустических стволовых вызванных потенциалов на животных, проверить его работоспособность и возможность оптимизации.

Регистрацию коротколатентных слуховых вызванных потенциалов (КСВП) осуществляли на кроликах породы Советская шиншилла массой 2,5-3,5 кг, всего было 59 особей. Расположение электродов (игольчатых) на животном осуществлялось следующим образом: пишущий (индиферентный) – макушка головы, референтные – правое и левое ухо, электрод заземления – бедро животного. Голову животного помещали между наушниками, через которые подавали стимулирующий сигнал – «щелчки».

Для проведения объективной аудиометрии проводилось варьирование громкостью щелчков с 10 до 100 дБ с шагом в 5 дБ. Подача щелчков осуществлялась моноурально, с частотой 10 Гц, в количестве 2000 стимулов на один уровень громкости. Определение порога слуха осуществлялось по визуализации пика V на записи вызванных биопотенциалов. В качестве экстремального фактора использована ударная волна с пиковым уровнем давления ~190 дБ, проникающая в наружный слуховой проход и вызывающая травму уха.

При проведении регистрации ВП при уровне стимулирующего сигнала 100 дБ, получаемый ответ визуально схож (по выделяемым компонентам) с подобным КСВП человека. Однако, латентные периоды ответа у кролика ниже, чем у человека, что может быть связано с анатомическими различиями в размерах проводящих путей.

При моноуральной подаче звука ВП визуально пик V определялся при значениях стимулирующего сигнала 20-25 дБ в норме и при значениях 25-30 дБ сразу после воздействия на обоих исследуемых ушах. Через сутки после воздействия порог слуха регистрировался при 30 дБ и выше. Значимых изменений в показателях латентных периодов зафиксировано не было. В показателях амплитуды при данных условиях воздействия зафиксировано визуально различимое снижение у 8 кроликов из 19 (42%).

В связи с трудоёмкостью процесса проведения объективной аудиометрии в дальнейшем были выбраны 3 уровня – 30 дБ, 50 дБ, 100 дБ, чтобы зафиксировать факт смещения порога. По результатам обследования у животных контрольной и опытной групп (соответственно, до и после экстремального воздействия – 40 особей) пик V визуализировался на 30 дБ

стимулирующего сигнала, что не позволило определить смещение его порога. Однако по остальным параметрам оценки вызванных потенциалов отмечалось статистически значимое ($p<0,05$ по критерию Стьюдента для зависимых выборок) увеличение латентных периодов пиков и снижение их амплитуды, что свидетельствовало об изменениях в слуховой системе. Отмечаемые изменения становились более выраженными при увеличении уровня звукового давления стимулирующего сигнала. Таким образом, «оптимизация» методики, за счёт снижения количества предъявляемых уровней стимулирующего сигнала, привела к снижению точности определения порога слуха, однако позволило зарегистрировать другие изменения в системе.

Регистрация порога слуха со стороны повреждения связана с компенсаторными механизмами обусловленные наличием контрлатеральных связей между стволовыми центрами обработки слуховой информации, и ответ мозговых структур регистрируется вне зависимости от состояния рецепторной части анализатора. Для решения данной проблемы необходимо улучшить механизм подачи стимулирующего сигнала, избегая контрлатеральной слышимости. Этого можно добиться, используя более плотно прилегающие к наружному слуховому проходу наушники и применив использованием маскировочный шум на противоположное (относительно исследуемого) ухо с уровнем звукового давления несколько ниже (на 10 дБ), чем стимулирующий сигнал. В качестве диагностики определения наличия нарушений в слуховой функции можно ограничиться единоразовой записью при щелчках с уровнем звукового давления 80 дБ у людей и 100 дБ у кроликов.

Проведённое исследование поддерживает целесообразность использования метода регистрации акустических стволовых вызванных потенциалов для определения порога слуха и его изменения у животных и оценки его смещения, определять изменения в слуховой системе, а также проводить экстраполяцию результатов на человека, что делает его важным диагностическим инструментом [3].

Список использованных источников:

1. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 24.04.2008 N 194н «Об утверждении Медицинских критериев определения степени тяжести вреда, причиненного здоровью человека». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79398 (дата обращения 22.11.2024).
2. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. – Таганрог: ТРТУ, 1997. – 252 с.

3. Драган С.П., Веселовский И.А., Ивашин В.А., Лукьянова С.Н., Ковалев Р.К. Методический подход к объективизации определения порога слуха при скрининговых медицинских обследованиях // Безопасность жизнедеятельности. – 2024. – 11. – С. 23-30.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДОГРЕВАЕМЫХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ КИСЛОРОДНО-ГЕЛИЕВЫХ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГАЗОВОЙ ЭМБОЛИИ.

А.Т. Логунов[3], Н.Б. Павлов[1],
Р.Р. Амиров[1], Е.А. Праскурничий[2]

[1]ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва, РФ
[2]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[3]ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН», г. Химки, РФ

Наука о физиологии и патологии дыхания в необычных условиях тесно переплетается с хирургией, терапией, неврологией и другими медицинскими науками.

Воздушная эмболия чаще всего ассоциируется с водолазной медициной, где сопровождает такие специфические водолазные заболевания, как декомпрессионная болезнь и баротравма легких.

Декомпрессионная болезнь возникает у водолазов при неадекватной декомпрессии при снижении давления окружающей среды под водой или в барокамере.

При выполнении высотных и стратосферных полетов декомпрессия может приводить к высотным декомпрессионным расстройствам [1]. Космонавты подвержены аэроэмболии при разгерметизации летательного аппарата и в условиях выхода в открытый космос при повреждении защитного снаряжения.

Развитие декомпрессионной болезни у водолазов, летчиков и космонавтов определяют принципиально общие биофизические процессы. Наиболее распространенной является аэроэмболическая теория, научную основу которой составляют доказанные факты образования газовых

пузырьков в крови и тканях организма при снижении давления окружающей среды.

При установлении диагноза декомпрессионной болезни у водолазов и кессонщиков во всех случаях проводится лечебная рекомпрессия в барокамере по соответствующим режимам, в отдельных случаях допускается применение гипербарической оксигенации (ГБО).

Классическим методом десатурации при высотной декомпрессионной болезни в настоящий момент считается ингаляция медицинским кислородом в течение 30-60 мин, что снижает риск развития ВДБ на 10-15% [2].

В 2006 году в Москве создан межведомственный гипербарический Центр, целью которого явилось обеспечение возможности лечения в принадлежащем Институту медико-биологических проблем экспериментальном глубоководном водолазном барокомплексе (ГВК-250) пострадавших водолазов, кессонных рабочих, спортсменов-дайверов и других лиц, пострадавших в условиях измененной газовой среды, а также лиц, пострадавших при разгерметизации самолетов и получивших баротравму легких от воздействия взрывной волны. За время существования «Центра» на барокомплексе «ГВК-250» получили лечение сотни людей, среди них десятки тяжелых больных декомпрессионной болезнью и баротравмой лёгких, которым удалось сохранить жизнь, вернуть их к работе или значительно уменьшить уровень инвалидизации.

На барокомплексе проведены комплексные фундаментальные и прикладные эксперименты по гипербарической физиологии. Результаты данной научно-практической деятельности легли в основу современных нормативных документов. Практический опыт применения ГВК-250 использован при написании ныне действующих методических Указаний по применению режимов декомпрессии при лечении декомпрессионной болезни.

Идеология применения подогретых кислородно-гелиевых дыхательных смесей (КГДС) для оказания помощи при переохлаждениях впервые предложена профессором Б.Н. Павловым в 1989 году. Под его руководством сотрудники Института впервые научно обосновали применение кислородно-гелиевых смесей, подогретых до температур 70-90°С, значительно превышающих термонейтральный диапазон.

В полной мере вышеуказанные эффекты кислородно-гелиевых смесей проявили себя при лечении дыхательной недостаточности, развивающейся при COVID-19, в том числе при лечении Long-ковид на этапе реабилитации.

Исследование проведено на базе кафедры терапии Медико-биологического Университета инноваций и непрерывного образования ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России – Поликлинике № 2 ФГБУ ФКЦ ВМТ ФМБА России (совместно с профессором Е.А. Праскурничим и О.С. Орловой) [3].

В ГНЦ РФ ИМБП РАН проведен комплекс исследований по влиянию подогреваемых КГДС на аэроэмболию у лабораторных животных. Теоретические предположения о нивелировании смесью «Геофарм» внутрисосудистых газовых пузырей нашли великолепное подтверждение в эксперименте. Все животные, получавшие процедуры не только выжили, но и не имели морфологических последствий повреждения головного мозга, в отличии от особей, не получивших процедуры…

С учётом предыдущего опыта и полученных экспериментальных данных разработаны Временные методические рекомендации по лечению газовых эмболий методами баротерапии. Документ прошел ряд согласований, утвержден начальником ГВМУ МО РФ [4] и может быть основой для работы с использованием всех имеющихся методов при подозрении на газовые эмболии различной этиологии.

В результате проделанной работы подтверждена эффективность подогретой КГДС в плане удаление пузырей и восстановления нарушенного пузырями кровотока из артериальной системы.

Список использованных источников:

1. Благинин А.А., Жильцова И.И., Анненков О.А. и др. Вопросы профессиональной патологии, авиационной и космической медицины в практике военного труда // Воен.-мед. журн. - 2014. - Т. 335, № 6. - С. 92-95.
2. Катунцев В.П. Высотная декомпрессионная болезнь: экспериментальное исследование патогенеза и путей профилактики: Дис.. д-ра мед. наук. - М., 1996. - 304 с.
3. Праскурничий Е.А., Орлова О.С., Павлов Н.Б., Зенкова С.И. «Возможности применения подогреваемой кислородно-гелиевой смеси у пациентов в период LONG-COVID» (Практическая медицина, 2022, Т. №7, С. 140-145)
4. Логунов А.Т., Амиров Р.Р., Павлов Н.Б., Соколов Г.М. «Временные методические рекомендации по лечению газовой эмболии методами баротерапии» утв. ГВМУ МО РФ 10 июля 2023 года

ЭВОЛЮЦИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.Д. Малышев, А.С. Рыбина, Т.В. Матюшев

МГТУ ГА, г. Москва, РФ

Исторические аспекты разработки термодинамических моделей

Разработка термодинамических моделей имеет долгую и насыщенную историю, начиная с XVIII века, когда были заложены основы термодинамики. Первые работы, такие как исследования Бенедикта Сполдингера и Карно, сосредоточились на изучении тепловых процессов и преобразования энергии. С течением времени, с развитием науки, появились более сложные модели, учитывающие различные аспекты термодинамических систем, такие как фазовые переходы и химическое равновесие. В XX веке, с возникновением вычислительной техники, началась автоматизация процессов моделирования, что значительно увеличило скорость и точность расчетов.

Натурные эксперименты

Натурные эксперименты играют ключевую роль в разработке термодинамических моделей. Они позволяют исследовать реальные системы и получать данные, которые впоследствии используются для валидации теоретических моделей. Такие эксперименты могут включать измерения температуры, давления и других параметров в различных условиях. Однако они часто требуют значительных затрат времени и ресурсов, что подчеркивает необходимость автоматизации и использования компьютерных симуляций для ускорения процесса разработки [1].

Экспериментальные исследования на действующем оборудовании всегда являются многофакторными. Из-за специфики работы оборудования управление всеми факторами не представляется возможным из-за их сложного нелинейного взаимодействия между собой и средой.

Комплексные стендовые испытания позволяют оценить характеристики разработанной системы в условиях близких к реальным, воздействие на систему внешних и внутренних факторов, т.е. работоспособность системы при действии реальных контролируемых или неконтролируемых возмущающих факторов.

Модельные исследования

Модельные исследования служат связующим звеном между теорией и практикой. Они позволяют исследовать поведение термодинамических систем в условиях, которые трудно воспроизвести в натурных экспериментах.

В общем случае схематизация объекта исследования может осуществляться различными средствами, все модели можно разделить на два класса: вещественные (материальные) и мысленные (идеальные).

Вещественные модели выполняются в металле, электрических элементах и т.п. Они воспроизводят структуру объекта, характер протекающих в нем процессов. Все преобразования в них совершаются реально. Мысленные модели воспроизводят объект с помощью системы символов.

Современные математические модели способны решать широкий спектр задач с нелинейными условиями, в качестве примера читателю предлагается краткое ознакомление с рядом программ разработанным нашим коллективом за последние годы.

В разработанной программе организм человека был представлен 5 участками: два сегмента туловище и голова были разделены на оболочку и ядро (мозг, внутренние органы) и пятый участок представляющие системное кровообращение.

Для оценки теплового состояния организма в ходе вычислительного эксперимента выводилась ректальная температура тела, средневзвешенная температура кожи, нательного белья, воздушной прослойки и теплозащитного пакета. Температура вентиляционного воздуха менялась от 22 до 30°С при линейно скорости 0,1 м/с температура окружающего воздуха 5°С.

Современные тенденции в разработке термодинамических моделей уже не останавливаются на математических моделях, работы в последние годы включают интеграцию машинного обучения и искусственного интеллекта для автоматизации процессов моделирования. Эти технологии позволяют обрабатывать большие объемы данных и выявлять закономерности, которые трудно заметить при традиционном анализе. Кроме того, использование облачных вычислений обеспечивает доступ к мощным вычислительным ресурсам, что позволяет проводить сложные симуляции быстрее и эффективнее.

В заключение, развитие и автоматизация процесса разработки термодинамических моделей становятся ключевыми факторами для достижения новых высот в науке и технике. Интеграция различных подходов

и технологий открывает новые горизонты для исследований и практического применения термодинамики в самых разных областях.

Список используемых источников:

1. Штофф В.А. Философия и моделирование. — М.: Наука, 1966.
2. Лайнер М. Ю. Оптимизация двигательной активности больных пожилого возраста с сердечно-сосудистой патологией с учетом воздействия микроклимата палат и одежды пациентов тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 14.00.51, кандидат медицинских наук.
3. Бобров А.Ф. Нормирование функциональных состояний человека, работающего в экстремальных условиях (новые принципы и методы разработки критериев): автореферат дис. доктора биологических наук : 14.00.07 Москва, 1993.
4. Алексеев С.М., Балкинд Я.В., Гершкович А.М., Еремин В.С., Повицкий А.С., Уманский Н.Л. Средства спасения экипажа самолета. М., «Машиностроение», 1975, 432 с.
5. Малышев, А. Д. Исследование тепловых процессов системы "человек - окружающая среда" / А. Д. Малышев, А. С. Рыбина, М. А. Шеина // Гагаринские чтения 2024 : Сборник тезисов докладов 50-ой Международной молодежной научной конференции, Москва, 09–12 апреля 2024 года. – Москва: ООО "Издательство "Перо", 2024. – С. 437-438. – EDN CCGOZK.

АКУСТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ТРУДА ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СВОЙСТВА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

О.Ю. Матасова[1], А.А. Гаджиев[2]

[1]ФГБУ ЦНИИ ВВС МО РФ (АКМ и ВЭ), г. Москва, РФ
[2]Филиал № 4 ФГБУ «413 ВГ» МО РФ, г. Ахтубинск, РФ

В военной авиации шум представляет особую проблему. Его уровни часто превышают безопасные пределы, а источники, включая авиационные двигатели и оборудование наземного обеспечений полетов, представляют

значительный риск для инженерно-технического состава (ИТС). Характер такого воздействия, часто характеризующегося своей экстремальной интенсивностью и длительностью, приводит к потере слуха, вызванной шумом. Одним из таких источников является пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПуВРД) беспилотного летательного аппарата (БПЛА) производства ЗАО «ЭНИКС» (г. Казань).

Целью работы явилось изучение шумового воздействия от рассматриваемого двигателя БПЛА и оценка его потенциальной опасности для здоровья ИТС.

Для акустических измерений использовали шумомер Октава+ с микрофоном фирмы «Брюль и Къер» тип 4133 с режимом осреднения звукового сигнала «Медленно» («Slow»), располагающемся в ближнем акустическом поле. В ходе работы рассматривалли 5 сценариев воздействия шума на ИТС в зависимости от режимов и длительности работы двигателя ПуВРД. Проведена оценка эквивалентных, максимальных и пиковых уровней звука. Длительность воздействия шума варьировалась от 2 до 800 минут, учитывалось число запусков с пересчетом замеренных эквивалентных уровней на 8-ми часовой рабочий день, позволивших оценить превышение уровней шума по отношению к нормативным показателям.

По результатам измерений установлено, что ПуВРД, предназначенный для запуска БПЛА, является источником высокоинтенсивного широкополосного низкочастотного шума. Так, при нахождении оператора на расстоянии 2-х метров от БПЛА уровень звука в диапазоне частот 125-250 Гц составил 125 дБ, а в высокочастотном диапазоне 4-8 кГц – 114-119 дБ. Характер и интенсивность шума зависит от места нахождения ИТС и режима работы. Наиболее неблагоприятная акустическая обстановка возникает при применении воздушной мишени в варианте ударного БПЛА из замаскированной позиции в режиме многократных пусков.

Высокие уровни звука установлены и для условий работы ИТС в случае применения БПЛА как «воздушная мишень в варианте ложной цели». Превышение для этих 2-х вариантов боевого применения БПЛА составило 42-45,4 дБА (ПДУ – 80 дБА). При таких условиях эксплуатации возникает акустическая вибрация, оказывающая неблагоприятное действие на орган слуха, функциональное состояние и надежностные характеристики ИТС.

Пиковые уровни изменялись в диапазоне от 128,7 до 154,2 дБС. При таких высоких уровнях ИТС в обязательном порядке должен использовать средства индивидуальной защиты от шума (наушники, шлем, жилет).

Предварительные результаты свидетельствуют о вариабельности акустической обстановки для ИТС, в зависимости от выполняемых задач (обслуживание воздушных судов, снаряжение и расснаряжение авиационных средств поражения, испытания и пуски БПЛА), что требует дифференцированного подхода к решению задач по защите технического персонала от шума при проведении испытаний и обеспечении работы БПЛА.

СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАДЁЖНОСТИ ПАРАШЮТИСТОВ

А.А. Матвийчук

НПП «Топаз», г. Москва, РФ

Анализ потребностей практики медицинского обеспечения деятельности парашютистов свидетельствует о необходимости мониторинга их функциональной надежности (динамического компонента состояния) для обоснования мероприятий, направленных на повышение работоспособности, сохранение здоровья и продление профессионального долголетия [1-3]. В результате исследований обосновано, что средства мониторинга функциональной надёжности парашютистов должны строиться в соответствии с потребностями практики медицинского обеспечения деятельности с применением технологий четвертой промышленной революции [4, 5].

Предложены решения по синтезу облика и методического обеспечения средства мониторинга функциональной надёжности парашютистов на всех этапах их профессиональной деятельности, в том числе, при проектировании средств индивидуальной защиты и специального снаряжения парашютистов.

Для централизации сбора и обработки психофизиологической информации предложено использовать модель, основанную на теории полумарковских процессов для расчета оценки запаздываний съема показателей состояния различных функциональных систем организма с применением аппарата нелинейных систем управления для описания динамики изменения этих показателей [4, 5]. При этом модель управления

обеспечивает учет особенностей интеграции вычислительных ресурсов системы управления динамическим контролем психофизиологических показателей состояния парашютиста в физические объекты (датчики и исполнительные механизмы парашютных систем, экипировки и снаряжения) [6, 7]. Также учтены особенности вычислительной составляющей системы управления компонентами средств мониторинга функциональной надёжности парашютистов, которая распределена по всей системе и является ее основой, синергетически связанной со всеми составляющими [4, 5, 8].

Настройка алгоритмов функционирования средств мониторинга функциональной надёжности парашютистов реализуется с использованием машинного обучения.

Для повышения надежности средства мониторинга функциональной надёжности парашютистов предусмотрено резервирование датчиков и вычислителей. Корректное планирование резервирования обусловило необходимость наличия моделей процесса отказа/восстановления как отдельных компонентов, так и системы управления средством мониторинга функциональной надёжности парашютистов в целом. Это дает возможность адаптивного управления мониторингом функциональной надежности в соответствии с решаемой задачей и индивидуальными особенностями парашютиста.

Список использованных источников:

1. Ушаков И.Б., Богомолов А.В. Диагностика функциональных состояний человека в приоритетных исследованиях отечественных физиологических школ // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 3. С. 91-100.
2. Кукушкин Ю.А., Богомолов А.В., Терентьев И.Н., Долгов А.А. Методологические и теоретические аспекты создания и развития информационных технологий в авиационной медицине // Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2018). Белгород, 2018. С. 95-98.
3. Человек и безопасность полетов: научно-практические аспекты снижения авиационной аварийности по причине человеческого фактора. М.: Когито-центр, 2013. 288 с.
4. Матвийчук А.А. Киберфизическая система мониторинга функциональной надежности парашютистов-спасателей //

Экстремальная робототехника. СПб: Типография Фурсова, 2024. С. 327-328.
5. Ларкин Е.В., Богомолов А.В., Привалов А.Н., Акименко Т.А. Математическое обеспечение иерархического цифрового управления сложным технологическим объектом // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Математика. Механика. Физика. 2024. Т. 16. № 4. С. 43-55.
6. Прудников С.И. Алгоритм автоматизированной диагностики состояния парашютиста // Автоматизация. Современные технологии. 2024. Т. 78, № 3.С. 133-137.
7. Пустовойт В.И. Особенности изменений некоторых показателей гемодинамики спортсменов-парашютистов в экстремальных условиях // Современные вопросы биомедицины. 2021. Т. 5. № 3 (16).
8. Марков Н.А. Информационно-измерительная система мониторинга резервного времени сохранения сознания пассажирами воздушных судов в высотном полете // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2021. № 5 (349). С. 126-131.

ПРОБЛЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВИАЦИОННЫХ ПОЛЕТАХ

Е.И. Маткевич[1], В.И. Бурмистров[2], И.В. Иванов[2,3]

[1]*ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ*
[2]Сеченовский Университет, г. Москва, РФ
[3]*ФГБУ "ГНИИИ ВМ" МО РФ, г. Санкт-Петербург, РФ*

Актуальность исследования. Об актуальности проблемы обеспечения радиационной безопасности летного персонала и пассажиров самолетов свидетельствует постоянное внимание к ней Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН), а также Международной комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Международная организация гражданской авиации (ИКАО) разработала перечень мероприятий по обеспечению радиационной безопасности экипажей и пассажиров самолетов,

важнейшими из которых является контроль уровня излучения на трассе полета и прогноз радиационной обстановки в зонах авиационных перевозок [1-3].

Цель: проанализировать возможности оперативного контроля околоземной радиационной обстановки в различные периоды солнечной активности в интересах гражданской авиации в России.

Материалы и методы. Проанализирована информация о доступных средствах расчета дозы облучения за авиаперелет - программный пакет и калькулятор на сайте ИКИ РАН для оценки дозы облучения за авиационный полет; данные модели RUSCOSMICS, разработанные сотрудниками Полярного геофизического института РАН, Центра прогнозов космической погоды Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН) с сайта https://www.ruscosmics.ru/ [4, 5]. Полученные оценки сопоставлены с измерениями в авиационных полетах дозиметром-радиометром «ЭКОЛОГ супер» производства ООО «РОСТЕХНИКА» г. Санкт-Петербург (https://rosstehnika.ru/item.php?id=28); измерения проводили в режиме регистрации мощности амбиента эквивалентной дозы (МАД) в мкЗв/час. Проведен анализ уровней радиации и их динамика на высотах от 1 до 20 км и на разных широтах при спокойной солнечной активности, а также при солнечной вспышке среднего класса.

Результаты. При сопоставлении данных о дозах излучения в авиационных полётах установлены отличия в данных измерений дозиметра-радиометра ЭКОЛОГ-супер с оценками по калькулятору ИКИ РАН и по модели RUSCOSMICS. Измеренные дозиметром-радиометром суммарные дозы излучения за авиаперелет были в 4,5-6,5 раза ниже, чем по калькулятору ИКИ РАН и в 2-3 раза выше, чем рассчитанные по данным программного комплекса RUSCOSMICS. Результаты свидетельствуют о необходимости совершенствования модели RUSCOSMICS для повышения согласованности получаемых по ней оценок мощности экспозиционной дозы на высотах до 20 км от уровня моря с результатами дозиметрических измерений. Требуются дополнительные исследования по регистрации мощности экспозиционной дозы излучения при авиационных полетах на разных высотах и широтах с использованием современной научно-исследовательской аппаратуры, позволяющей измерять дозу от всего спектра электромагнитных и корпускулярных излучений.

Заключение. Результаты подтверждают важность постоянного мониторирования радиационной обстановки для учета её внезапных изменений на высотах полетов гражданской авиации. До настоящего времени оценка радиационной обстановки в верхних слоях атмосферы в различные периоды солнечной активности в интересах гражданской авиации основывается на замерах детекторов спутников GOES. Требуется разработка отечественной системы оперативного контроля околоземной радиационной обстановки в интересах гражданской авиации. В настоящее время только программный комплекс RUSCOSMICS является оперативным доступным инструментарием для оценки мощности дозы радиации при прохождении космических лучей (ГКЛ и СКЛ) через атмосферу Земли за период всего цикла солнечной активности, в том числе в моменты солнечных вспышек (протонных событий), это имеет важное практическое значение для обеспечения радиационной безопасности полетов воздушных судов Гражданской авиации.

Список использованных источников:

1. Beck P. Overview of research on aircraft crew dosimetry during the last solar cycle // Radiation Protection Dosimetry. V. 136. №4, 2009. - P. 244–250. DOI 10.1093/rpd/ncp158.
2. Friedberg W., Copeland K. Ionizing Radiation in Earth's Atmosphere and in Space Near Earth. Report No. DOT/FAA/AM-11/9. FAA Civil Aerospace Medical Institute. Federal Aviation Administration. Oklahoma City, OK 73125. May 2011. Final Report. - 28 p.
3. Ушаков И.Б., Федоров В.П., Померанцев Н.А. Радиация. Авиация. Человек (Очерки практической радиобиологии человека). М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, 2024. – 388 с.
4. Маурчев Е.А., Балабин Ю.В. Модельный комплекс для исследования космических лучей RUSCOSMIC // Солнечно-земная физика. 2016. Т. 2, № 4. С. 3-8. DOI: 10.12737/21289.
5. Маурчев Е.А., Михалко Е.А., Балабин Ю.В., Германенко А.В., Гвоздевский Б.Б. Оценка эквивалентной дозы излучения на разных высотах атмосферы Земли // Солнечно-земная физика. 2022. Т. 8. № 3. С. 29–34. DOI 10.12737/szf-83202204.

ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖЕЙ АВИАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЛЕТОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ВЫСОТАХ

А.С. Немцева, К.В. Гвоздкова, И.Д. Максимова

ФГБУ «ЦНИИ ВВС» Минобороны России), г. Москва, РФ

Возрастание летно-технических характеристик современных авиационных комплексов (АК) в части увеличения практического высотного потолка и длительности полетов актуализирует задачу проведения специальных медико-радиологических исследований с целью совершенствования системы медицинского обеспечения полетов, разработки медико-технических рекомендаций по обеспечению радиационной защиты членов экипажей [1]. При этом особое значение приобретают необходимость контроля и учета реальных доз лучевой нагрузки с использованием специальной аппаратуры в процессе систематических полетов летного состава на средних и больших высотах, а также поиск путей оптимизации алгоритмов с целью снижения лучевой нагрузки и повышения устойчивости к воздействию малых доз радиации [2].

Исходя из этого, целью исследования явился анализ радиационной обстановки на борту воздушных АК при выполнении штатных полетов.

При проведении радиационного контроля на борту АК определяли амбиент эквивалентной дозы (АЭД) фотонного излучения, получаемой членом экипажа (ЧЭ) во время выполнения полета. Для определения доз облучения использовались дозиметр фотонного и рентгеновского излучения ДКГ-РМ 1603(В) (в качестве детектора излучения, в котором используется счетчик Гейгера-Мюллера), дозиметр гамма-нейтронного излучения ДВС-02Д (в качестве детектора, в котором применяется кремниевый полупроводниковый детектор). Все дозиметры, используемые при проведении измерений, имели относительную погрешность, равную от ±10 до ±15%.

Измерения в ходе выполнения полетов проводились на борту АК дальней авиации в Мурманской области и на борту АК оперативно-тактической авиации в Нижегородской области. Комплекты дозиметров находились у каждого члена экипажа АК при выполнении полета. Обработка результатов измерений проводилась после полета.

В таблице 1 в качестве примера представлены величины АЭД у одного ЧЭ (командир корабля) при выполнении полета.

Таблица 1 – Значения амбиента эквивалентной дозы

Член экипажа	Тип прибора	Время полета, ч	Максимальная высота полета, м	Доза облучения, мкЗв
Командир корабля	Дозиметр ДКГ-РМ 1603(В)	1,50	8000	1,56
	Дозиметр ДВС-02Д	1,50	8000	0,83

Далее проведена обработка результатов измерений дозиметров по формулам 1 и 2 [3]:

$$H(10)_h = H(10) - \dot{H}(10) \cdot (t - t_{пол}), \quad (1)$$

$$t_{пол} = t_{взл} - t_{пос}, \quad (2)$$

где $H(10)_h$ – АЭД, полученный членом экипажа за время полета, мкЗв;

$H(10)$ – АЭД, полученный по показаниям дозиметра, мкЗв;

$\dot{H}(10)$ – мощность АЭД, полученная по показаниям дозиметра-радиометра, мкЗв/ч;

t – время от момента включения дозиметра до его выключения, ч;

$t_{пол}$ – время от момента взлета до посадки, ч;

$t_{взл}$ – время взлета, ч;

$t_{пос}$ – время посадки, ч.

Радиационные измерения показали, что уровни облучения в зависимости от продолжительности и высоты полета, а также от рабочего места члена экипажа варьировали в диапазоне 0,36-9,06 мкЗв: при продолжительности полета 9 ч в темное время суток с различным высотным профилем (максимальная высота 7900 м) дозы облучения изменялись в диапазоне 8,9-9,06 мкЗв, при продолжительности полета 1 ч 49 мин в светлое время суток с различным высотным профилем (максимальная высота 7310 м) – от 0,86 до 1,02 мкЗв, при продолжительности полета 37 мин в дневное время суток (максимальная высота 13000 м) – от 0,36 до 0,38 мкЗв, при продолжительности полета 42 мин в ночное время суток (максимальная высота 16000 м) – от 0,95 до 1,24 мкЗв.

Расчеты эквивалентных уровней облучения ЧЭ ДА при выполнении различных полетов показали следующие возможные варианты облучения летного состава за год (ПДУ=5 мЗв):

1,2 мЗв в год при налете 100 ч в месяц при $Н_{макс.}$ – 7700 м;

0,66 мЗв в год при налете 100 ч в месяц при $Н_{макс..}$ – 7300 м;

0,6 мЗв в год при налете 100 ч в месяц при $Н_{макс.}$ – 13000 м;

2 мЗв в год при налете 100 ч в месяц при $Н_{макс..}$ – 16000 м.

Проведенные исследования позволяют утверждать, что в настоящее время радиационный фактор на рабочих местах ЧЭ АК, выполняющих полеты на различных высотах, вносит достаточно весомый вклад в общую оценку условий труда летного состава.

Список использованных источников:

1. Абрамов М.М., Зуев В.Г., Солдатов С.К. Радиационный риск в авиационных полетах // Военная медицина на рубеже XXI века: реалии и перспективы. -2000. -С. 106-112.
2. Ушаков И.Б., Фёдоров В.П., Померанцев Н.А. Радиация. Авиация. Человек (Очерки практической радиобиологии человека) – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2024. - 388 с.
3. Пронин М.А., Солдатов С.К. Малые дозы радиации и здоровье летчиков / Под ред. академика РАН И.Б. Ушакова. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2023. – 232 с.

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО МЕДИЦИНСКОГО И САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ВЛИЯНИЯ КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»

А.Д. Поляков[1,2], М.Ю. Комбарова[1,2]

[1]ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Внедрение передовых технологий и современных образцов ракетно-космической техники (далее РКТ) сопровождается не только ухудшением среды обитания человека, но и сокращением выбросов компонентов ракетного

топлива, пониманием химизма поведения поллютантов в окружающей среде, разработанных способов и технологий обезвреживания химических соединений.

Для выявления тенденций воздействия на среду обитания и состояние здоровья населения в зоне влияния ракетно-космической деятельности (далее РКД) необходимо проведение комплексного анализа динамики изменения состояния факторов окружающей среды и состояния здоровья населения в течение длительных постоянных наблюдений [1, 2]. То есть, эффективное управление гигиенической ситуацией на территории влияния объектов РКТ возможно на основе системного долгосрочного мониторинга окружающей среды и здоровья населения, включающего медицинскую, гигиеническую и социальную составляющие и обладающего профилактической направленностью. При этом, результаты мониторинга приобретают ключевую роль в повышении степени обоснованности и достоверности комплекса профилактических мероприятий.

Для обеспечения информационной потребности осуществления мониторинга санитарно-эпидемиологического благополучия на территории влияния космодрома «Восточный» был разработан и введен в эксплуатацию программный модуль «Анализ и оценка медико-гигиенических данных состояния здоровья населения, проживающего в районах эксплуатации ракетно-космической техники на территории Дальневосточного федерального округа (ЗАТО Циолковский) в зависимости от состояния среды обитания с выявлением причинно-следственных связей в системе «среда-здоровье» с прогнозом состояния здоровья населения» (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024611390 от 01.01.2024 г.), являющийся частью информационно-аналитической системы специального медицинского и санитарно-гигиенического мониторинга состояния здоровья персонала и населения в районах эксплуатации РКТ на территории Дальневосточного федерального округа.

Программный модуль, базирующийся на платформе социально-гигиенического мониторинга (далее СГМ), носит специфический медико-токсикологический характер динамического наблюдения и оценки изменений здоровья персонала космодрома и граждан, проживающих в г. Циолковском, на основе системного обобщения показателей заболеваемости, прицельного экспериментального поиска и регистрации в окружающей среде основных

химических токсикантов – компонентов ракетных топлив и продуктов их трансформации, оценки критериев состояния здоровья групп населения, наиболее чувствительных к действию малых доз токсикантов, и причинно-следственной связи состояния здоровья с токсическим воздействием.

Модуль является территориально-распределенным автоматизированным комплексом и включает два уровня реализации: территориальный и федеральный, различающиеся уровнем агрегации данных и решаемыми задачами. При этом, все программно-технические решения в области цифровизации находятся в едином информационном поле за счёт организации информационного обмена. База данных содержит справочную информацию и набор алгоритмов, используемых для анализа и оценки получаемой информации.

Модуль позволяет структурировать риски, оценивать вклад отдельных химических веществ в суммарный риск, выделять приоритеты, устанавливать участки с наибольшими уровнями рисков для здоровья, прогнозировать негативные или позитивные изменения состояния здоровья населения на основе анализа тенденций изменения качества окружающей среды.

При внедрении цифровых технологий:

- возросла полнота, оперативность, достоверность и эффективность использования информации о показателях заболеваемости, состоянии среды обитания, социальных условиях;
- оптимизированы существующие подходы к оценке, анализу и прогнозу санитарно-эпидемиологической ситуации на территории влияния РКТ;
- обеспечен межведомственный обмен информацией и данными на основе координации деятельности всех участников процесса информатизации, создания единого информационного пространства на всех уровнях управления;
- внесен определенный вклад в стабилизацию и улучшение состояния здоровья населения города, усилен контроль за обеспечением гигиенической безопасности территории как за счет контрольных (надзорных) мероприятий, так и за счет принятия оперативных управленческих решений.

Внедрение программного модуля позволило:

- обеспечить высокоскоростную передачу, обработку, анализ и хранение больших массивов данных (санитарно-гигиенических, медико-

демографических, социально-экономических и других параметров), отражающих многолетнюю динамику пространственно-распределенной информации;

- определить перечень неотложных и долгосрочных мероприятий по улучшению условий проживания, быта и отдыха населения г. Циолковского;

- повысить информированность должностных лиц, принимающих решения в вопросах обеспечения качества среды обитания, охраны здоровья населения, профилактики заболеваемости, в том числе при принятии муниципальных целевых программ.

Таким образом, информационно-аналитическая система представляет собой, с одной стороны, многопрофильную базу данных с ориентацией на обеспечение здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на территории влияния РКТ, а с другой, является эффективным инструментом для анализа санитарно-эпидемиологической обстановки территории, что в совокупности будет служить основанием для принятия управленческих решений и оценки их эффективности.

Для повышения качества принимаемых управленческих решений по проблемным гигиеническим аспектам, направленным на снижение рисков здоровью, рекомендуется в рамках ведения мониторинга – систематическая актуализация программ наблюдения и результатов оценки рисков по перечню приоритетных веществ, в том числе, обеспечение дополнительного отбора проб атмосферного воздуха на территории города в предпусковой, пусковой и после пусковой период, с целью обнаружения особо опасных химических веществ: компонентов ракетного топлива и продуктов их деструкции.

Список использованных источников:

1. Комбарова М.Ю. Анализ и прогнозирование состояния здоровья персонала химически опасных объектов с использованием информационно-аналитической системы // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – Т.60 (2) – С. 72-82.
2. Комбарова М.Ю., Еремин Г.Б., Ломтев А.Ю. Разработка информационно-аналитической автоматизированной системы учета, хранения и обработки медико-гигиенической информации // Профилактическая и клиническая медицина. – 2014. – № 3 (52) –С. 32-37.

ИНЖЕНЕРНЫЕ ПОДХОДЫ К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ В АВИАЦИИ

А.С. Рыбина, А.Д. Малышев, Т.В. Матюшев

МГТУ ГА, г. Москва, РФ

В настоящее время современные летательные аппараты могут выполнять задачи в большом диапазоне высот. Для обеспечения работоспособности и безопасности в условиях высотных полетов используется специальное летное снаряжение.

Анализ теплового влияния на человека в авиации

Напряжение механизмов терморегуляции в различных условиях теплообмена многими исследователями оценивается по изменениям таких показателей как температура тела и кожи, влагопотери, теплопродукция, частота сердечных сокращений, градиент температуры от ядра к оболочке, градиент температур от проксимальных отделов поверхности тела к дистальным (грудь-кисть, грудь-стопа). Причем разные авторы используют различный набор этих параметров.

Достоинством методов, основанных на уравнениях теплового баланса, является то, что основным критерием теплового состояния человека в них принято изменение тепла, накопленного организмом. Поэтому с помощью них всегда можно определить находится ли организм человека в термостабильном состоянии, или перегревается или охлаждается. При этом знание конкретных величин компонентов теплового обмена в различных условиях окружающей среды дает реальную возможность расчета необходимых условий труда и уровня физической активности человека для сохранения теплового баланса. Поэтому данные методы получили широкое применение при решении практических задач по нормированию благоприятных условий микроклимата на производстве.

Существенный недостаток методов, основанных на уравнениях теплового баланса, заключается в том, что в них совершенно не учитывается степень напряжения механизмов терморегуляции, т.е. не учитываются каким путем достигнуто то или иное тепловое состояние. Например, очень трудно проанализировать тепловое состояние человека в случаях, когда тепловой

обмен может быть, и сбалансирован, но с большим напряжением аппарата терморегуляции.

Практическое применение

Одним из видов практического применения полученных теоретических изысканий является проведение экспериментальных исследований.

В экспериментальный моделирующий комплекс входят:

– барокамера (герметичный прочный сосуд, предназначенный для обеспечения в нем жизнедеятельности в условиях избыточного внутреннего давления газовой или водной среды);

– бытовое оборудование с имитаторами средств для отдыха и ассенизационные средства, предназначенные для поддержания работоспособности экипажа в длительном полете;

– полунатурный моделирующий комплекс модернизируемого авиационного комплекса дальней авиации, состоящего из автоматизированных рабочих мест летчика и штурмана, с имитаторами катапультных кресел, имитаторов информационно-управляющего поля с имитаторами системы отображения информации и имитаторами органов управления;

– блок управления всеми подсистемами экспериментального комплекса;

– система автоматического регулирования давления;

– системы медико-технического контроля испытателей и используемого оборудования.

Список используемых источников:

1. Калмыков П.Е., Бекетов А.И. Изучение тепловых свойств готовой одежды на моделированном приборе //Гигиена и санитария - 1961, № 9. - С.41-44.
2. Baker M. / Sci. Amer., 1979, 240.- p. 130-139
3. Витте Н. К. Тепловой обмена человека и его гигиеническое значение. - Киев.: Госмедиздат УССР, 1956.- 148 с
4. Ажаев А. Н. Особенности теплового обмена человека в условиях высоких температур окружающей среды. // Физиол. журн. СССР, 1972, т.58, № 3. - С.463-468.
5. Афанасьева Р.Ф., Окунева С.Г. Определение дефицита тепла в организме человека при его охлаждении//Гигиена и санитария. – 1971, № 7. - С.38-43.

ДИАГНОСТИКА ГИДРОЦЕФАЛИИ В УСЛОВИЯХ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

А.В. Рябуха[1], Т.Е. Крюкова[2],
А.А. Благинин[1], А.С. Иова[4,3]

[1]ВМедА им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]СПбГПМУ, г. Санкт-Петербург, РФ
[3]СПБ ГБУЗ "ДГМКСЦ ВМТ", г. Санкт-Петербург, РФ
[4]ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. В космической медицине в последние годы появилась новая проблема – гидроцефалия (ГЦ) космонавтов (синдром HALS – «гидроцефалия астронавтов при длительном пребывании в космосе»). Это опасное заболевание, которое требует ранней диагностики. В NASA созданы специальные научные группы для изучения HALS-синдрома. В медицине существуют прямые методы диагностики ГЦ с визуализацией желудочков головного мозга – вентрикулоскопией (ВС) и измерением их ширины – ветрикулометрией (ВМ). ВС необходима для ранней диагностики (скрининга) ГЦ, а ВМ обеспечивает оценку динамики (мониторинг) ГЦ. У взрослых людей это возможно только с помощью крупногабаритных аппаратов компьютерной или магнитно-резонансной томографии. При их недоступности применяются косвенные методы – ультразвуковое исследование (УЗИ) с измерением диаметра оболочки зрительного нерва (ДОЗН). Этот способ позволяет предположить ГЦ, но не обеспечивает её скрининг и мониторинг. ДОЗН можно измерять с помощью карманных УЗ-приборов на базе смартфона (например, Butterfly-IQ). Этот аппарат сегодня тестируется американскими астронавтами на МКС для диагностики ГЦ путем измерения ДОЗН. В условиях космической медицины особое значение имеют технологии раннего выявления опасных болезней (полетным врачом или в виде само- и взаимодиагностики членами экипажа, в том числе с телемедицинским участием эксперта). Роль этих технологий принципиально возрастет в связи с развитием «космического туризма», поскольку с возрастом повышается риск ГЦ. В Санкт-Петербурге разработана и внедрена технология применения карманных цифровых УЗ-аппаратов для прямой диагностики ГЦ у детей и

взрослых с телемедицинским участием эксперта (Иова А.С. с соавт, 2000-2024).

Цель проекта – в условиях эксперимента показать возможность скрининга и мониторинга ГЦ в условиях космической медицины (в виде само- и взаимодиагностики членами экипажа, с участием полетного врача и телемедицинского эксперта).

Задачи проекта:

1. Изучить длительность специальной подготовки «членов экипажа».
2. Оценить длительность проведения скрининга и мониторинга ГЦ «членами экипажа» в виде само- и взаимодиагностики.
3. Определить влияние стресса на длительность проведения скрининга и мониторинга ГЦ «членами экипажа» при само- и взаимодиагностике в условиях имитации космического полета.
4. Уточнить значение телемедицинского эксперта в проведении скрининга и мониторинга ГЦ «членами экипажа» при само- и взаимодиагностике.
5. Изучить длительность проведения скрининга и мониторинга ГЦ «полетным врачом» у «космических туристов».

Материалы и методы. Сформирована группа участников эксперимента. «Члены экипажа» – 6 добровольцев в возрасте от 22 до 28 лет. Критерии их отбора: отсутствие любой связи с медицинскими и летными специальностями (подготовка «с нуля»), женский пол (в силу его меньшей стрессоустойчивости), отсутствие заболеваний. «Полетный врач» – 1 специалист с подготовкой по УЗИ. «Телемедицинский эксперт» - 1 врач, имеющий многолетний опыт скрининга и мониторинга ГЦ. «Космические туристы» – 20 человек в возрасте от 50 до 70 лет. Для диагностики ГЦ применяли УЗ-систему Lumify, на базе смартфона (общий вес – 550 г). Скрининг и мониторинг ГЦ проводился по кратному и расширенному протоколам (соответственно третий и боковой желудочки головного мозга визуализировались с одной или обеих сторон). Имитация исследований в условиях космического полета и повышенного стресса достигалась путем использования гипобарической барокамеры БКПД-5-1 (при поднятии добровольцев на высоту 1500 метров) (длительность пребывания в барокамере – 2 часа). Проводился поэтапный контроль состояния добровольцев (до, во время и после работы в барокамере) с участием психолога.

Изображение с экрана УЗ-аппарата транслировалось на ноутбук эксперту, который находился вне барокамеры и оценивал качество скрининга и

мониторинга ГЦ. Одновременно проводился хронометраж этапов диагностики. Всего «членами экипажа» и «экспертным врачом» на всех этапах работы проведено 132 УЗИ.

Результаты. Для подготовки «членов экипажа» потребовалось 3 часа. Среднее время проведения скрининга ГЦ (вентрикулоскопии) и мониторинга ГЦ (вентрикулометрии) «членами экипажа» по краткому протоколу в комфортных условиях составило 76,4 секунды при самодиагностике и 85,6 секунды при взаимодиагностике. В таблице 1 приведены сводные хронометрические данные, полученных при скрининге и мониторинге ГЦ «членами экипажа» в барокамере БКПД-5-1 при поднятии на высоту 1,5 км (в условиях стресса и имитации космического полета).

Таблица 1 – Хронометрические данные скрининга и мониторинга ГЦ «членами экипажа» в барокамере.

«Член экипажа» (доброволец)	Длительность самодиагностики, с		Длительность взаимодиагностики, с	
	скрининг ГЦ	мониторинг ГЦ	скрининг ГЦ	мониторинг ГЦ
1	36	146	27	60
2	14	29	83	75
3	35	26	16	40
4	14	30	40	22
5	10	30	90	60
6	50	95	15	20
Среднее значение	26,5	59,3	45,2	46,1

Длительность скрининга и мониторинга ГЦ «пилотным врачом» в группе «космических туристов» составила в среднем 60 сек (УЗИ проводилось по расширенному протоколу). Дистанционное присутствие эксперта позволяло избежать ошибок и ускоряло исследование.

Вывод. Впервые в эксперименте показана возможность проведения скрининга и мониторинга гидроцефалии в условиях космического полета. После 3-часовой подготовки быстрая диагностика ГЦ может проводиться

членами экипажа в виде само- и взаимодиагностики. Участие полетного врача и телемедицинского эксперта повышает возможности диагностики ГЦ, в том числе у космических туристов. Предлагаемая технология более перспективна, чем тестируемая в настоящее время в американском модуле МКС и может быть использована для медицинских исследований в российском модуле станции.

МЕТОД ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ УЛЬТРАСОНОГРАФИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОЦЕФАЛИИ КОСМОНАВТОВ

А.В. Рябуха[1], Т.Е. Крюкова[2],
А.А. Благинин[1], А.С. Иова[4,3]

[1]ВМедА им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]СПбГПМУ, г. Санкт-Петербург, РФ
[3]СПБ ГБУЗ "ДГМКСЦ ВМТ", г. Санкт-Петербург, РФ
[4]ФГОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. В последние годы в космической медицине возникла серьёзная проблема: синдром HALS (гидроцефалия астронавтов при длительном пребывании в космосе). Это опасное заболевание, требующее своевременной диагностики и мониторинга для предотвращения тяжёлых последствий. В настоящее время в NASA ведутся активные исследования этого явления.

Традиционные методы диагностики гидроцефалии, такие как вентрикулоскопия (ВС) и вентрикулометрия (ВМ), позволяют визуализировать желудочки головного мозга и измерить их размеры, обеспечивая точный диагноз и оценку динамики заболевания. Однако, ВС и ВМ требуют применения крупногабаритного и сложного оборудования – компьютерной или магнитно-резонансной томографии, недоступного в условиях космического полёта. В качестве альтернативы используются косвенные методы, например, ультразвуковое исследование (УЗИ) с измерением диаметра оболочки зрительного нерва (ДОЗН). Изменение ДОЗН

может косвенно указывать на наличие гидроцефалии, но не обеспечивает надёжного скрининга и динамического мониторинга заболевания. Тем не менее, этот метод привлекателен для космической медицины благодаря возможности использования компактных и портативных УЗИ-аппаратов, таких как Butterfly-IQ, которые уже проходят тестирование на Международной космической станции (МКС) американскими астронавтами.

Важность внедрения эффективных методов ранней диагностики гидроцефалии в космической медицине значительно возрастает в связи с развитием космического туризма, поскольку риск развития гидроцефалии увеличивается с возрастом.

В Санкт-Петербурге разработана и успешно применяется технология использования портативных цифровых УЗИ-аппаратов для прямой диагностики гидроцефалии у детей и взрослых, методом транскраниальной ультрасонографии (ТУС). Опыт, накопленный в ходе многолетних исследований (Иова А.С. с соавт., 2000-2024), показывает эффективность этого подхода и может быть перспективным решением для космической медицины, обеспечивая возможность как само- и взаимодиагностики членами экипажа, так и консультации с полетным врачом и телемедицинским экспертом. Эта технология позволяет проводить скрининг и мониторинг гидроцефалии, ограничиваясь портативным оборудованием, что является критическим фактором для космических условий.

Цель исследования – экспериментально показать возможность скрининга и мониторинга ГЦ в условиях космического полета (в виде само- и взаимодиагностики членами экипажа, с участием полетного врача и телемедицинского эксперта).

Материалы и методы. Сформирована группа участников эксперимента. Основной из них являются «Члены экипажа», критериями отбора которых являлись: отсутствие знаний, умений и навыков в области медицины и летного труда (подготовка «с нуля»), женский пол (в связи с его меньшей стрессоустойчивостью), а также отсутствие заболеваний. Ими стали 6 добровольцев в возрасте от 22 до 28 лет. «Полетный врач» – 1 специалист по ультразвуковой диагностике. «Телемедицинский эксперт» – 1 врач с многолетним опытом применения методики ТУС. «Космические туристы» – 20 человек с критериями отбора только по возрасту: 50-70 лет. Для диагностики ГЦ применяли УЗ-систему Lumify, на базе смартфона (общий вес – 550 г). Скрининг и мониторинг ГЦ проводился по краткому и расширенному протоколам ТУС (соответственно третий и боковой желудочки головного

мозга визуализировались с одной или обеих сторон). Имитация исследований в условиях космического полета и повышенного стресса достигалась путем использования гипобарической барокамеры БКПД-5-1 (при поднятии добровольцев на высоту 1500 метров) (длительность пребывания в барокамере – 2 часа). Проводился поэтапный контроль состояния добровольцев (до, во время и после работы в барокамере) с участием психолога.

Изображение с экрана УЗ-аппарата в режиме реального времени транслировалось на ноутбук эксперту, который находился вне барокамеры и оценивал качество скрининга и мониторинга ГЦ. Одновременно проводился хронометраж этапов диагностики. Всего «членами экипажа» и «полетным врачом» на всех этапах работы проведено 132 УЗИ.

Результаты. Подготовка добровольцев к проведению исследования заняла 3 часа. В комфортных условиях среднее время проведения скрининга (ВС) и мониторинга (ВМ) ГЦ по краткому протоколу составило 76,4 секунды при самодиагностике и 85,6 секунды при взаимодиагностике. Таблица 1 содержит хронометрические данные, полученные при скрининге и мониторинге ГЦ добровольцами в барокамере БКПД-5-1 на высоте 1,5 км (в стрессовых условиях с имитацией космического полёта).

Таблица 1 – Хронометрические данные скрининга и мониторинга ГЦ «членами экипажа» в барокамере.

«Член экипажа» (доброволец)	Длительность самодиагностики, с		Длительность взаимодиагностики, с	
	скрининг ГЦ	мониторинг ГЦ	скрининг ГЦ	мониторинг ГЦ
1	36	146	27	60
2	14	29	83	75
3	35	26	16	40
4	14	30	40	22
5	10	30	90	60
6	50	95	15	20
Среднее значение	26,5	59,3	45,2	46,1

Длительность скрининга и мониторинга ГЦ «пилотным врачом» в группе «космических туристов» составила в среднем 60 сек (УЗИ проводилось по расширенному протоколу). Дистанционное присутствие эксперта позволяло избежать ошибок и ускоряло исследование.

Вывод. Эксперимент впервые продемонстрировал возможность проведения скрининга и мониторинга гидроцефалии в условиях космического полёта. После трёхчасовой подготовки члены экипажа способны быстро проводить само- и взаимодиагностику. Привлечение бортового врача и

телемедицинского эксперта повышает точность диагностики, что особенно важно для космических туристов. Разработанная технология превосходит по эффективности используемые в настоящее время на американском сегменте МКС методы и может быть применена в российском модуле станции для дальнейших медицинских исследований.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА К УСЛОВИЯМ МИКРОГРАВИТАЦИИ: ПОИСК БИОМАРКЕРОВ В СЛЕЗНОЙ ЖИДКОСТИ

М.О. Сенчилов[1,2], О.М. Манько[1]

[1]ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва, РФ
[2]ФМБА России, г. Москва, РФ

Решение фундаментальных задач пилотируемой космонавтики тесно связано с многочисленными медико-биологическими рисками. Действие космоса на организм человека многофакторно. Если о негативных последствиях радиации стоит говорить только в разрезе межпланетарных миссий, то микрогравитация обладает губительными свойствами и во время пребывания на околоземной орбите. Известно, что невесомость индуцирует формирование нового объемного и водно-электролитного сосудистого гомеостаза. В острый период адаптации наступает схожее с гиперволемией состояние – перераспределение жидких сред в краниальном направлении, изменения баланса гормонов волюморегуляции и усиленный диурез, сопровождаемый кальциурией [1]. Вследствие снижения внеклеточной жидкости наблюдаются клинически значимые изменения осмотически активных веществ и электролитного состава плазмы крови, что, в свою очередь, повышает риск возникновения расстройств сердечно-сосудистой системы в виде синусовых аритмий, уронефролитиаза и сдвигов в системе гемостаза [2, 3]. Длительное устранение осевой нагрузке в условиях микрогравитации также неизбежно влечет к снижению минеральной плотности твердого скелета и атрофическим процессам в мышцах. Восстановление остеогенеза, в отличие от наблюдаемого в схожих ситуациях водно-электролитного дисбаланса, затруднительно и длится годами [4]. В

среднесрочной перспективе реализации дальних космических экспедиций важнейшим аспектом остается модернизация существующих методов профилактики и диагностики состояний организма, ассоциированных с воздействием экстремальных факторов космического полета. Актуальной задачей космической медицины является поиск наиболее доступных и информативных биомаркеров, характеризующих динамику патологических процессов на ранних этапах. Слезная жидкость (СЖ), отличающаяся неинвазивностью забора и схожим с плазмой крови компонентным составом, соответствует указанным требованиям [5]. Современный анализ изменений состава СЖ открывает возможности для диагностики и прогноза широкого спектра офтальмологических и системных заболеваний [6]. Характерные изменения, коррелирующие с таковыми в плазме крови, были установлены при ряде инфекционных, эндокринных и нейродегенеративных патологий [7].

Целью работы является изучение диагностического потенциала изменений биохимического состава слёзной жидкости человека как биомаркера адаптации организма человека к условиям моделируемой микрогравитации для совершенствования диагностических методов медицинского контроля космонавтов.

В рамках исследования для создания условий моделируемой микрогравитации экспериментальной моделью выбрана «сухая» иммерсия, демонстрирующая схожие с истинной невесомостью по характеру и выраженности изменения кислотно-основного и гемодинамического состояний. При комплексном анализе изменений состава слезной жидкости планируется проведение корреляционной оценки биохимических и иммунологических показателей слёзной жидкости и сыворотки крови добровольцев для определения биомаркеров адаптации функционального состояния организм к микрогравитационному фактору.

Изучение дальнего космоса сопряжено с риском развития патологических состояний, потенциально отягощающих стандартизованную и трудоемкую деятельность оператора. Сегодняшний профилактический и диагностический арсенал в большей степени удовлетворяет необходимую потребность при проведении краткосрочных полетов. При этом к настоящему моменту остается ряд ограничений, затрудняющих реализацию масштабных космических миссий. Разработка новых медико-биологических подходов к оценке состояния функциональных систем организма космонавта позволит существенно ускорить осуществление поставленных задач в данном направлении.

Список использованных источников:

1. Григорьев А.И., Моруков Б.В. 370-суточная антиортостатическая гипокинезия (Задачи и общая структура исследований) // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1989. – Т. 23 – №5. – С. 47–50.
2. Shibata S. Cardiac effects of long-duration space flight //Journal of the American College of Cardiology. – 2023. – Т. 82. – № 8. – С. 674-684.
3. Носков В.Б. Коррекция уровня гидратации организма человека на различных этапах космического полета //Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2003. – Т. 37. – № 2. – С. 19-22.
4. Моруков Б. В., Смит С. М., Ларина И. М. Обмен кальция в невесомости //Орбитальная станция «Мир». М. – 2002. – С. 95.
5. Чеснокова Н. Б. Слезная жидкость как источник биомаркеров нейродегенеративных процессов в центральной нервной системе //Российский неврологический журнал. – 2023. – Т. 28. – №. 5. – С. 5-13.
6. Hagan S., Martin E., Enríquez-de-Salamanca A. Tear fluid biomarkers in ocular and systemic disease: potential use for predictive, preventive and personalised medicine //Epma Journal. – 2016. – Т. 7. – С. 1-20.
7. Hohenstein-Blaul N. T., Funke S., Grus F. H. Tears as a source of biomarkers for ocular and systemic diseases //Experimental eye research. – 2013. – Т. 117. – С. 126-137.

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕЖИМЫ ГИПОКСИЧЕСКОГО ПРЕКОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

М.М. Слесаренко[1], А.А. Благинин[2]

[1]ВМедА им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]ФГБУН «Институт физиологии им. И.П. Павлова» РАН, г. Санкт-Петербург, РФ

Полеты на больших высотах, выполнение сложных маневров и воздействие экстремальных условий окружающей среды является серьезным вызовом для организма летчика. Важным факторов, влияющим на работоспособность в полете, является воздействие гипоксии. Для летчиков это состояние особенно опасно, так как оно снижает когнитивные способности,

ухудшает координацию движений, вызывает усталость и в конечном итоге может привести к потере сознания. В условиях, когда выполнение задач требует максимальной концентрации и быстроты реакции, даже кратковременное воздействие гипоксии может стать причиной аварийных ситуаций. Чтобы минимизировать риски, связанные с гипоксией, активно разрабатываются и внедряются методы подготовки, среди которых особое внимание уделяется гипоксическому прекондиционированию. Этот метод направлен как на повышение устойчивости организма к недостатку кислорода, так и для повышения резистентости организма летчика к многим другим факторам полета, за счет явления «перекрестной адаптации». Гипоксическое прекондиционирование является перспективным направлением в авиационной медицине.

Гипоксическое прекондиционирование (ГПК) – это метод физиологической подготовки организма к воздействию гипоксии путем предварительного кратковременного воздействия на него низкого уровня кислорода в гипоксической газовой среде (ГГС). По своей сути, ГПК представляет собой своеобразную "тренировку" организма, позволяющую ему адаптироваться к неблагоприятным условиям до того, как они наступят. Этот метод основывается на биологическом механизме "гормезис", который подразумевает положительный эффект от воздействия умеренных стрессоров.

В случае ГПК организм реагирует на кратковременные эпизоды гипоксии активацией адаптивных процессов, таких как усиление кровоснабжения тканей, увеличение количества митохондрий, повышение уровня антиоксидантной защиты, увеличению синтеза эритропоэтина, активация ангиогенеза, повышение сродства гемоглобина к кислороду и улучшение его отдачи в тканях и др.

ГПК характеризуется рядом свойств, которые выгодно отличают его на фоне многообразия методов психофизиологической подготовки. А именно: «физиологичность», так как метод основан на естественных адаптивных механизмах организма, что делает его безопасным и эффективным при правильном применении. «Долговременный эффект» – после курса ГПК устойчивость организма к гипоксии сохраняется в течение 1-2 недель. «Универсальность» – ГПК может быть использовано не только для подготовки летчиков, но и для спортсменов, работников экстремальных профессий и людей с хроническими заболеваниями дыхательной или сердечно-сосудистой системы.

Для достижения оптимального эффекта важно правильно выбрать режимы ГПК. Ключевыми параметрами являются длительность и интенсивность гипоксических воздействий, а также частота тренировок.

Для летчиков ГПК может стать важной частью программы подготовки к полетам. Как было замечено, тренировки с использованием методов ГПК позволяют: повысить толерантность к гипоксии, снизить риск возникновения когнитивных нарушений в условиях дефицита кислорода; улучшить физическую выносливость и общую работоспособность, ускорить восстановление после полетов. На кафедре авиационной и космической медицины Военно-медицинской академии С.М. Кирова разработаны и рекомендованы к применению войсковыми врачами, некоторые режимы ГПК. Первый из них «трехдневное ГПК при помощи гипоксикаторов оснащенных биологической обратной связью». Данный режим предполагает 3 тренировки длинной по 32 минуты (в день проводится по 1 тренировке, желательно в одно и тоже время). Ежедневно проводится тренировка, состоящая из четырех циклов (один цикл состоит из гипоксической фазы длинной 5 минут и гипероксической фазы длинной 3 минуты). Гипоксикатор беспрерывно оценивает сатурацию пациента в гипоксическую фазу и автоматически корректирует процент кислорода в ГГС, удерживая сатурацию крови на уровне 85%. В гипероксическую фазу, в маску пациенту подается ГГС с процентом кислорода 31-36%.

Второй режим предполагает ручную настройку процента кислорода в ГГС, в зависимости от индивидуальной устойчивости пациента к умеренным степеням гипоксии (которая оценивается по гипоксическому тесту). ГПК так же проводится 3 дня. Каждая тренировка состоит из 4 циклов (цикл состоит из 5 минут гипоксической фазы и 3 минут гипероксической фазы). Для пациентов со слабой устойчивостью, в 1 день процент кислорода в гипоксическую фазу выставляется 13%, во второй день 12,5%, в третий день 12%. При средней устойчивости к умеренной степени гипоксии первая тренировка проводится при 12% кислорода в гипоксическую фазу, 2й день при 11,5%, 3й день при 11%. Если у пациента при помощи гипокисческого теста зарегистрирована высокая степень устойчивости к гипоксии, тогда он проходит тренировку по методике 11% кислорода в ГГС в 1й день, 10,5% во 2й день и 3й день 10%. В гипероксическую фазу, процент кислорода в ГГС так же составляет 31-36%.

Несмотря на очевидные преимущества ГПК, метод требует дальнейшего изучения и совершенствования. Одним из направлений исследований является поиск оптимальных режимов гипоксических тренировок для различных

категорий пациентов, с учетом генетических особенностей человека и его текущего состояния здоровья. Это позволит максимально эффективно использовать потенциал метода для повышения устойчивости организма к гипоксии.

Заключение. Гипоксическое прекондиционирование – это перспективный метод подготовки организма к экстремальным условиям, основанный на естественных адаптивных механизмах. Для летчиков этот подход может стать важным инструментом повышения устойчивости к гипоксии и оптимизации функционального состояния, что повысит безопасность полетов. Развитие технологий и углубление научных знаний о механизмах действия ГПК открывают широкие возможности для его применения не только в авиации, но и в других областях медицины и спорта.

МЕТОДИКА ОБРАБОТКИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ О НАПРЯЖЕННОСТИ МЫШЦ БРЮШНОГО ПРЕССА

В.Н. Филатов, М.Н. Хоменко,
Г.Ю. Клишин, Т.С. Авдеева

ЦНИИ ВВС Минобороны России, г. Москва, РФ

Для подготовки экипажей современных летательных аппаратов к маневренным полётам проводится тренировка на тренажере «Статоэргометр», позволяющая оценить физическую подготовленность летчика к выполнению противоперегрузочных приёмов [1, 2].

В результате исследований, направленных на совершенствование тренировочного процесса, показано, что с помощью тензометрических датчиков можно регистрировать наличие в сигнале усилий на левую и правую педаль тренажера дополнительных колебаний средней и высокой частоты – физиологических сигналов напряженности мышц брюшного пресса [3, 4].

Регистрация таких сигналов осуществляется с применением системы оцифровки и фильтрации. Разработанная методика обработки физиологических сигналов о напряженности мышц брюшного пресса позволила увеличить точность регистрации до 0,1% от номинала и выделять полезный сигнал с высокими частотами (конструктивные особенности

применяемых датчиков определяют предельную частоту возможного регистрируемого сигнала порядка 20 Гц) [5].

Результаты проведённых экспериментов показали предсказуемое появление колебаний усилий на педали, вызванных физиологией работы мышц брюшного пресса. У всех обследуемых на определённых этапах присутствовали мышечные колебания, которые можно разделить на три группы – «рабочий дрейф» (с частотами от 0 до 3 Гц), «дрожание» (с частотами от 3 до 6 Гц), и «тремор» (с частотами от 6 до 15 Гц).

Рабочий дрейф объясняется желанием обследуемого как можно точнее выполнить программу исследования. В диапазоне рабочего дрейфа проходит переходный процесс при запланированной увеличении нагрузки на педали. Анализ частот в диапазоне рабочего дрейфа представляется нецелесообразным в связи с том, что точность выполнения программы достаточно определятся средней нагрузкой и среднеквадратическим отклонением создаваемой нагрузки за ступень.

Частоты колебаний в диапазоне «дрожания» можно объяснить тренированностью мышц. Дрожание наблюдалось у всех обследуемых и возрастало с увеличением усилия на педали.

Частоты колебаний из диапазона «тремор» проявлялись на ступенях нагрузки от 200 кГ и обусловлены накоплением усталости в мышцах из-за выполнения данной статоэргометрической пробы [1 ,4]. Практически у всех обследуемых мышечные колебания проявлялись симметрично на левой и правой ногах. Лишь у одного обследуемого частоты мышечных колебаний были значительно мощнее на одной ноге (из-за старой травмы колена).

Усредняя результаты полностью выполненных статоэргометрических проб можно определить нормально допустимые амплитуды «рабочего дрейфа», «дрожания» и «тремора» мышц.

Выявление колебаний мышечных усилий по амплитудам, превышающим установленные пороговые (критериальные) значения, характерны для тех обследуемых, которые не смогли до конца выполнить программу обследования и самостоятельно досрочно прекратили давление на педали на ступенях 240 кГ или 280 кГ. У невыполнивших программу непосредственно перед срывом удержания нагрузки наблюдалось резкое возрастание амплитуд одновременно в диапазонах «дрожания» и «тремора». Но допустимым является краткосрочное превышение амплитуды колебаний в одном из диапазонов «дрожания» или «тремора», на фоне отсутствия колебаний в другом диапазоне (статоэргометрическая проба является весьма энергоёмким

упражнением и проявление мышечных колебаний при ее проведении неизбежно).

Таким образом, амплитуды мышечных колебаний на ступенях 120, 160 и 200 кГ можно рассматривать не только как критерии объективной оценки результатов пробы, но и как предвестники возможного досрочного прекращения пробы в связи с недостаточной тренированностью мышц. Появление конкретных частот «дрожания» и «тремора» можно объяснить физиологическими особенностями человека. У обследованной группы испытателей «дрожание» было более всего выражено на частоте 5 Гц, а тремор - на частотах 7, 8 и 9 Гц.

Наблюдение амплитуд мышечных колебаний при нескольких последовательных тренировках мышц брюшного пресса одного человека позволяет объективно оценить эффективность этих тренировок [6, 7].

Список использованных источников:

1. Вартбаронов Р.А., Хоменко М.Н., Баранова Е.В., Бухтияров И.В., Шарипова Л.М. Экспериментальное обоснование функциональной нагрузочной пробы для комбинированной оценки статической выносливости мышц ног и брюшного пресса // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2002. Т. 36. № 6. С. 18-21.
2. Алёшин С.В., Алпатов И.М., Анисимов А.Н., Артёмов В.Н. и др. Человек и безопасность полётов: сборник статей. М.: Когито-Центр, 2013. 288 с.
3. Клишин Г.Ю. Информационно-измерительная система статоэргометрического тестирования летного состава // Датчики и системы. 2020. № 4 (246). С. 26-32.
4. Маряшин Ю.Е., Малащук Л.С., Филатов В.Н .Влияние различных методов физической тренировки на повышение специальных физических качеств летчиков маневренной авиации // Военно-медицинский журнал. 2018. Т. 339. № 3. С. 61-68.
5. Клишин Г.Ю. Информационно -измерительная система для формирования навыков выполнения противоперегрузочных приемов летным составом государственной авиации // Известия Института инженерной физики. 2020. № 1 (55). С. 19-23.
6. Богомолов А.В., Ронжин А.Л., Филатов В.Н., Кулешов С.В., Прудников С.И. Интеллектуальный контроллер состояния оператора эргатической системы в условиях воздействия пилотажной перегрузки // Патент на изобретение RU 2751277 C1, 12.07.2021. Заявка № 2020134201 от 19.10.2020.

7. Рискометрия функциональной надёжности лётчика. М.: Физматлит, 2022. 288 с.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКИПАЖА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Р.Ф. Чередников, Т.В. Матюшев, М.А. Шеина,
К.С. Жеребцова, А.С. Немцева, К.В. Гвоздкова

МАИ, г. Москва, РФ

Введение. Для обеспечения безопасности пилотов необходим доступный способ контроля теплового состояния. Основной системой организма, подверженной влиянию нагревающегося микроклимата, является сердечно-сосудистая система (ССС). Поэтому оценка параметров ССС имеет важнейшее значение. Для использования показателей теплового состояния требуется серьезный анализ диаграмм и сложные расчеты [1] и зависит от технологической оснащенности микропроцессорной части создаваемой системы.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью мониторинга физиологического состояния летчиков в полете. Применение программы позволит снизить количество ошибок, допускаемых в результате перегревания, и, благодаря контролю показателей ССС, повысить работоспособность пилотов.

Таким образом, **целью работы** было разработка алгоритмического обеспечения автоматизированного комплекса анализа показателей ССС летчиков. Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Определить оптимальный алгоритм расчета и оценки параметров сердечно-сосудистой системы для их применения в модели теплового состояния на основании проведенного анализа литературных источников [1-3].

2. Реализовать математическую модель теплового состояния в виде приложения с графическим интерфейсом в среде программирования MatLab.

3. Выполнить проверку работоспособности программы и отработку

алгоритма расчета параметров модели теплового состояния.

Разработка программной модели теплового состояния. Модель теплового состояния основана на физиологическом принципе терморегуляции, в соответствии с которым тепловой баланс человека определяет его общие температурные ощущения. При описании баланса учитываются химическая теплопродукция, физическая теплоотдача, скорость движения и влажность воздуха, физическая нагрузка, показатели ССС (например, кожный кровоток и коэффициенты расширения кровеносных сосудов).

Алгоритм программы представляет собой последовательный расчет различных типов теплообмена. Применение модели возможно при соблюдении следующих ограничений: температура окружающей среды – от 10 до 60°С, мощность физической нагрузки - от 24 до 160 Вт. С учетом этого были отобраны подходящие комплекты защитного снаряжения с подходящими коэффициентами теплопередачи [2, 3].

Система реализована в виде приложения с графическим интерфейсом в программной среде MatLab. Пользователь вводит диапазон температурных значений, на котором хочет определить тепловое состояние, мощность физической нагрузки, выбирает вид теплозащитного костюма и тип выводимого графика. Для вывода доступен график любого из расчетных параметров.

Заключение. Разработанная система может быть использована при оценке теплового состояния летчиков в условиях нагревающегося микроклимата. Корректность и работоспособность программы подтверждена тестированиями на данных для определения прогнозируемой оценки и при максимальном диапазоне температур.

Список использованных источников:

1. Кощеев, В. С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур / В. С. Кощеев, Е. И. Кузнец // Институт биофизики Минздрава СССР - Москва : Издательство «Медицина», 1986 - 256 с.
2. Малышев А.Д., Рыбина А.С., Шеина М.А., Матюшев Т.В. Исследование тепловых процессов системы «человек - окружающая среда» // Гагаринские чтения 2024. Сборник тезисов докладов 50-ой Международной молодежной научной конференции. Москва, 2024. С. 437-438

3. Шеина М.А., Рыбина А.С., Малышев А.Д., Матюшев Т.В. Экспертно-консультативная система анализа параметров микроклимата на основе модели Фангера // Гагаринские чтения 2024. Сборник тезисов докладов 50-ой Международной молодежной научной конференции. Москва, 2024. С. 448-449.

АНАЛИЗ СИСТЕМНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИПОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

В.А. Яшина[1], О.В. Попова[2], И.В. Кошель[1]

[1]ФГБУ «ФНКЦ КМ» ФМБА России, г. Москва, РФ

В условиях космического полета (КП) живые организмы подвергаются воздействию различных факторов среды, основными из которых являются микрогравитация, ионизирующее излучение, действие шумов, вибраций, гипомагнитного поля (ГМП) и прочее.

Действие магнитного поля Земли на организмы представляет исследовательский интерес ученых из разных областей науки, в том числе, космической биологии и медицины. По мере отдаления от земной поверхности его сила снижается, и организмы оказываются в новых для них, гипомагнитных условиях [1].

В настоящее время освоение дальнего космоса является одной из приоритетных задач космической отрасли, поэтому повышается внимание к проведению работ, посвященных действию ГМП на биообъекты. Однако, исследования данного фактора КП с участием человека затруднены из-за технических трудностей создания ГМП, моделирующего магнитные условия в дальнем космическом полете и на напланетных станциях, что снижает объективность и достоверность анализа полученных результатов. Несмотря на это, накоплены данные, которые указывают на некоторые изменения, происходящие в организме человека при его длительном нахождении в гипомагнитной среде [2].

Таким образом, актуальность данной работы определяется необходимостью более детального изучения изменений различных систем органов человека и животных и механизмов их регуляции в ГМУ, что важно

для обеспечения нормальной жизнедеятельности и работоспособности членов экипажа во время будущих полетов на Луну и Марс.

Целью данной работы стал анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной действию ГМУ на живые системы, с использованием российских и международных баз данных (РИНЦ, PubMed и др.).

Одним из индикаторов отрицательного влияния ГМП на состояние костной ткани является несоответствие в активности остеобластов и остеокластов. Остеобласты способствуют восстановлению костной массы, тогда как остеокласты занимаются её резорбцией. Воздействие ГМУ вызывает более интенсивную дифференцировку остеокластов, что приводит к разрушению костной ткани. В то же время наблюдается снижение активности остеобластов и снижение уровня ионов кальция в клетках. Исследования показали, что длительное пребывание крыс в условиях пониженного гравитационного поля и микрогравитации вызывает увеличение потерь минералов из костной ткани и изменение биомеханических свойств задних конечностей [3].

В экспериментах с крысами, подвергавшимися воздействию ГМУ, было показано заметное уменьшение их выносливости и активности поведения, а также значительное увеличение частоты сердечных сокращений и времени, необходимого для формирования условных рефлексов [4].

Действие ГМП на человека приводит к ухудшению когнитивных способностей, что выражается в увеличении числа ошибок и времени, затраченного на выполнение тестов [5].

Также, были обнаружены различные аномалии развития, включающие изменения в цитоскелете, образование двухголовых эмбрионов, замедленное развитие и гибель эмбрионов в утробе самки, а также уменьшение выживаемости. У высших позвоночных животных отмечается снижение массы тела. При инкубации яиц кур в условиях ГМУ у некоторых выведенных птенцов зафиксировано снижение мышечной силы [6].

Показано, что повышенная активность геомагнитного поля в низкочастотных диапазонах может способствовать улучшению состояния кровообращения, а в высокочастотных – развитию проблем с сердцем, чаще всего, приводя к возникновению ишемической болезни и артериальной гипертензии [7].

В результате были выявлены и обобщены основные факты относительно действия гипомагнитных полей на различные органы как на системном, так и

на клеточном уровне. Дальнейшие исследования в этой области необходимы и должны быть направлены на системный анализ воздействия ГМУ на организм человека и животных.

Список использованных источников:

1. Zhang Z. et al. Biological Effects of Hypomagnetic Field: Ground-Based Data for Space Exploration // Bioelectromagnetics. 2021 42(6), P. 516-531.
2. Куканов В.Ю. и др. Влияние моделируемых гипомагнитных условий на некоторые физиологические показатели при 8-часовой экспозиции. Эксперимент «Арфа-19» // Физиология человека. 2023 49(2), С. 138-146.
3. Демин А. В., Суворов А. В., Орлов О. И. Особенности гемодинамики у здоровых мужчин в гипомагнитных условиях //Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2021. – Т. 55. – №. 2. – С. 63-68.
4. Sarimov R. M., Serov D. A., Gudkov S. V. Hypomagnetic conditions and their biological action //Biology. – 2023. – Т. 12. – №. 12. – P. 1513.
5. Саримов Р. М. Влияние гипомагнитных условий на некоторые психофизиологические реакции человека: дис. – Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ), 2009.
6. Круглов О. С. и др. О гипомагнитной безопасности дальних космических полетов //Труды XIII межвузовской научной школы молодых специалистов «Концентрированные потоки энергии в космической технике, электронике, экологии и медицине. – 2012. – С. 19-20.
7. Ziubryte G. et al. Cardiovascular system interactions with the local earth magnetic field fluctuations: a cohort study. – 2021.

Раздел 5. Инновационные технологии в здравоохранении

ФАКТОРЫ РИСКА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ

Р.Р. Аверченко[1], А.В. Огородников[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Москва, РФ

Рак молочной железы (РМЖ) является ведущей проблемой здравоохранения среди женского населения, обусловленной высоким уровнем заболеваемости и смертности: пятилетняя выживаемость при метастатическом РМЖ составляет менее 30%. Изменения, связанные с глобальными экономическими и социально-демографическими тенденциями, такими как рост и старение населения, наряду с изменениями в образе жизни (малоподвижный образ жизни, курение, нездоровое питание) и воздействием окружающей среды, способствуют бремени рака в странах с высоким уровнем дохода.

Целью исследования стало изучение мировых тенденций в заболеваемости раком молочной железы и факторов риска их возникновения.

Материал и методы исследования. За последние 10 лет аналитическим методом изучены литературные источники по базам данных Scopus, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, CyberLeninka, eLibrary.ru, РИНЦ.

Результаты и обсуждение. Исследование показало, что женщины, придерживающиеся невегетарианской и богатой животными жирами диеты, имели больше шансов на развитие рака молочной железы, чем женщины, придерживающиеся вегетарианской диеты. Умеренное употребление алкоголя >35-44 граммов в день увеличивает риск РМЖ на 46%: в тканях молочной

железы высокая доза алкоголя метаболизируется в ацетальдегид, который может связываться с белками и ДНК и мешать системе антиоксидантной защиты, синтезу ДНК и системе восстановления путем снижения регуляции BRCA1 – ген BReast CAncer1 (D.Kashyap et al., 2022). Гормональные контрацептивные препараты содержат более низкие дозы эстрогена, но его использование в течение длительного времени также может подвергнуть женщин высокому риску РМЖ. Кроме того, плохая физическая активность, вызывающая снижение действия половых гормонов из-за увеличения количества ановуляторных циклов (Y.J.Chang et al., 2017), высокий индекс массы тела из-за активности и накопления полициклических ароматических углеводородов в жировой ткани молочной железы, взаимодействующих с клеточным рецептором эстрогена (M. Picon-Ruiz et al., 2017) также увеличивают риск развития РМЖ. В то же время, отмечается, что во многих странах с низким и средним уровнем дохода абсолютные показатели заболеваемости РМЖ увеличиваются (L. Denny et al., 2018). Кроме того, несмотря на снижение показателей смертности от РМЖ в ряде стран с высоким уровнем дохода начиная с 1990 гг., в других странах с высоким уровнем дохода и исторически низкими показателями смертности, а также во многих странах со средним и низким уровнем дохода наблюдается рост показателей смертности (L.A. Torre et al., 2017).

Определена этническая принадлежность заболеваемости РМЖ: выявлено, что наиболее высокие показатели заболеваемости отмечены среде белых женщин; затем частота встречаемости РМЖ в порядке убывания у женщин-афоамериканок, испаноязычных женщин, азиатско-тихоокеанских и американских индейцев, жительниц Аляски. По странам число случаев РМЖ в порядке убывания определено в Австралии, Новой Зеландии, странах Северной Европы (Швеции, Великобритании, Дании, Финляндии), странах Западной Европы (Франции, Нидерландах, Бельгии), в Южной Европе (Италии), в Северной Америке (Q. Peng, X.Ren, 2022).

Результаты исследования M. Bellanger et al. (2018), выполненного на основе данных из 177 стран, выявили существенные различия в заболеваемости РМЖ и смертности от него в зависимости от возраста женщины и уровня дохода на душу населения на уровне страны. Так, различия в доходе на уровне страны в показателях заболеваемости РМЖ были меньше у женщин моложе 50 лет. У женщин в возрасте старше 50 лет различия в показателях заболеваемости были обусловлены, в первую очередь, более резким увеличением заболеваемости, обусловленным возрастом, у женщин из

стран с высоким уровнем дохода. В свою очередь, смертность среди женщин в возрасте до 50 лет от РМЖ оказалась выше в странах со средним и низким уровнем дохода. И напротив, показатели смертности среди женщин старше 50 лет увеличивались с ростом уровня дохода (N. Zeinomar et al., 2018). Эти результаты свидетельствуют о том, что, хотя заболеваемость РМЖ увеличивается с ростом уровня дохода, молодые женщины в беднейших странах несут относительно более высокое глобальное бремя болезней и лет жизни, потерянных в результате смертности от РМЖ (O. Ginsburg et al., 2017).

Основными факторами риска развития РМЖ в развитых странах являются измененный образ жизни, более поздний возраст вступления в брак, позднее рождение первого ребенка, ночной график работы и заместительная гормональная терапия (B.D. Lehmann, J.A. Pietenpol, A.R. Tan, 2015).

В развивающихся странах основными причинами высокой заболеваемости РМЖ и смертности являются отсутствие надлежащей осведомленности или знаний об этом заболевании, ненадлежащие программы скрининга, запоздалая диагностика и недостаточное количество медицинских учреждений (G. Biller et al., 2017).

Заболеваемость РМЖ и смертность от него увеличиваются пропорционально возрасту. Во всем мире пик заболеваемости приходится на возраст около 60 лет, а резкий подъем начинается в возрасте 40 лет (S. Winters et al., 2018). Текущие данные свидетельствуют о том, что у женщин в возрасте до 45 лет РМЖ, несомненно, является основной причиной смертей, связанных с раком (Z.Anastasiadi et al., 2022).

Хотя смертность от РМЖ снизилась за последние три десятилетия во многих странах, эта тенденция изменилась вспять у женщин моложе 40 лет начиная с прошлого десятилетия. Отягощенный семейный анамнез дополнительно увеличивает риск возникновения РМЖ в более молодом возрасте, причем риск варьируется в зависимости от возраста родственника первой степени родства на момент постановки диагноза РМЖ (D.D. Durham et al., 2022).

Выводы. Итак, показатели заболеваемости РМЖ увеличивались на протяжении последних 40 лет. Напротив, показатели смертности от РМЖ неуклонно снижались с момента своего пика в 1989 году, хотя и более медленными темпами в последние годы (1,3% в год с 2011 по 2020 год), чем в предыдущее десятилетие (1,9% в год с 2002 по 2011 год). В целом, показатель смертности снизился на 43% в период с 1989 по 2020 год, что означает сокращение на 460 000 случаев смерти от рака молочной железы за это время.

Ожидается также, что заболеваемость РМЖ и смертность от данного заболевания значительно возрастут в ближайшие годы, а информация о заболеваемости и смертности от РМЖ имеет важное значение для планирования мер здравоохранения во всем мире.

СОДЕРЖАНИЕ ПСЕВДОЛЕНТИВИРУСНЫХ ЧАСТИЦ С ГЕНОМ CAR НА РАЗЛИЧНЫХ СРОКАХ ПОСЛЕ ТРАНСФЕКЦИИ HEK293T

А.С. Безруков, Е.А. Попонина, С.В. Попова,
А.О. Пестрикова, Е.В. Соболева, Т.Н. Рыболовлева,
Е.Л. Назарова,

ФГБУН КНИИГиПК ФМБА России, г. Киров, РФ

Введение. Одно из перспективных направлений в онкогематологии – адоптивная иммунотерапия CART-лимфоцитами (CAR – химерный антигенный рецептор). Эффективность трансдукции Т-лимфоцитов во многом определяется концентрацией лентивирусных частиц с геном CAR. Сборка частиц осуществляется в клетках HEK293T путём их трансфекции упаковочными плазмидами и плазмидой с CAR. Успешность трансфекции и выход псевдовирионов возможно оценить методом иммуноферментного анализа (ИФА), что позволяет провести заблаговременную «выбраковку» низкотитражных клеточных культур.

Цель: определить содержание псевдолентивирусных частиц на различных сроках трансфекции клеток HEK293T.

Материалы и методы. В работе использовали псевдолентивирусные частицы третьего поколения, для получения которых применяли четыре плазмиды: pRRE-GAG, pRSV-Rev, pCMV-VSV-G и pLV-CART-Bs-IgG4, которые были выделены из клеток *E. coli.* Непосредственно перед трансфекцией готовили смесь в определённом соотношении плазмид с трансфекционным агентом – полиэтиленимином (BIOZOL, Германия) с последующим добавлением этой комбинации к клеткам HEK293T. Всего было проведено 7 экспериментов. Клетки культивировали в питательной среде RPMI-1640 с добавлением 10% эмбриональной телячьей сыворотки, 50 ЕД/мл пенициллина, 50 мкг/мл стрептомицина при 37°C и 5% CO_2. В качестве первой

контрольной точки выбрали время плановой замены среды (24 ч после трансфекции), второй – период наибольшего выхода псевдолентивирусных частиц (72 ч после трансфекции). Для очистки культуральную жидкость центрифугировали при 300 g, температуре 4°C в течение 5 мин, после чего собирали супернатант и повторяли процедуру при 2000 g, 4°C, 10 мин. До момента определения содержания псевдолентивирусных частиц пробы хранили при температуре (2-4)°C в течение не более 2 ч. Оценку концентрации псевдовирионов производили методом иммуноферментного анализа с использованием набора Lenti-X Rapid Titer Kit («Takara Bio Inc.», Япония) на приборе «Infinite F50» («Tecan», Австрия). Статистический анализ результатов выполняли в программе Microsoft Excel при помощи критерия корреляции Спирмена ($p<0,05$).

Результаты. Проанализированы значения концентраций псевдолентивирусных частиц, полученные после проведения 7 экспериментов по трансфекции клеток HEK293T. Медиана концентрации лентивирусов через 24 ч после трансфекции составила 60,43 пг/мл (Q_{min}-8,87, Q_{max}-509,41), после 72 ч – 8350,00 пг/мл (Q_{min}-4123,67, Q_{max}-33000). Коэффициент Спирмена – $r=0,929$, $p<0,05$. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость концентрации псевдолентивирусных частиц от времени культивирования клеток после трансфекции.

Номер эксперимента	24 часа после трансфекции, пг/мл	72 часа после трансфекции, пг/мл
1	5,73	1245,67
2	6,31	992,26
3	11,43	7001,67
4	60,43	10399,03
5	133,15	8350,00
6	142,45	15900,00
7	509,41	33300,00

Заключение. Установлена прямая корреляция между концентрациями псевдолентивирусных частиц в супернатантах в разных экспериментальных сериях через 24 и 72 ч после трансфекции. Установлено, что в случае значения

концентрации после 24 ч. культивирования клеток HEK293T ниже 10 пг/мл, культура считается некондиционной.

ПОКАЗАТЕЛИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У МОЛОДОЙ ПАЦИЕНТКИ С ОСТРЫМ ЛЕЙКОЗОМ НА ФОНЕ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

М.С. Бутусова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Острый лейкоз (ОЛ) – потенциально излечимое распространенное онкогематологическое заболевание. В когорте больных с ОЛ старшего возраста преобладает миелобластный вариант, у лиц молодого возраста – лимфобластный. Основным отдаленным осложнением ОЛ со стороны опорно-двигательного аппарата выступает остеопороз [1]. Метаболические нарушения в костной ткани развиваются в результате проводимых протоколов полихимиотерапии (ПХТ), включающей глюкокортикостероиды и цитостатики, а также трансплантацию гемопоэтических стволовых клеток костного мозга (ТГСК) [2]. В настоящее время имеется тендеция к «омоложению» ОЛ, поэтому развитие остеопороза и ассоциированных с ним переломов считается одной из главных причин снижения качества жизни и инвалидизации пациентов с острым лейкозом [2]. Таким образом, профилактика и ранняя диагностика остеопороза, после проведенной патогенетической терапии ОЛ являются актуальным вопросом современной гематологии [3, 4].

Цели: оценить изменения минеральной плотности костной ткани (МПК) у молодой пациентки с острым лейкозом, перенесшей программную ПХТ и ТГСК.

Клиническое наблюдение. Пациентка, 2004 года рождения. По результатам трепанбиопсии, гистологического, иммуногистохимического и молекулярно-генетического исследований, а также иммунофенотипирования костного мозга в январе 2015 года был установлен диагноз: острый лимфобластный лейкоз, вариант B-II (инициально поражение ЦНС). Пациентке проведена программная ПХТ согласно клиническим

рекомендациям по протоколу ALL-MB 2015 с дистантно-лучевой терапией на ЦНС, терапия завершена в апреле 2017 года с достижением клинико-гематологической ремиссии. В июле 2019 года констатирован 1 поздний изолированный костно-мозговой рецидив, проведена противорецидивная консолидирующая терапия блинатумомабом с достижением MRD негативной ремиссии. В феврале 2020 года выполнена алло-ТГСК от родственного полностью совместимого донора, кондиционирование: флударабин, тиотепа, треосульфан. профилактика РТПХ: програф, селлсепт, профилактика инфекционных осложнений: меропенем, метронидазол, ацикловир, флуканозол, микамин, ПЭП. Весной 2020 развилась РТПХ слизистой полости рта, в связи с развитием осложнения была усилена противомикробнаятерапия, а также проведена коррекция иммуносупрессивной терапии – назначены ГКС (метилпреднизолон и преднизолон), рапамун и эндоксан. На фоне проводимой терапии наблюдалась положительная динамика. После проведенной ПХТ и ТГСК, учитывая высокий риск развития нарушений со стороны костной ткани, для оценки изменений МПК выполнена спиральная КТ ОГК от 15.03.21, по результатам которой выявлены признаки остеопороза. Для подтверждения диагноза было выполнено денситометрическое исследование. Во всех исследуемых областях наблюдалось снижение МПК до степени остеопороза, при этом Z-критерий оставался в пределах нормальных значений: в области шейки бедра (МПК = 0,729; Z-критерий = -0,9), в проксимальной части бедра до уровня остеопороза (МПК = 0,726; Z-критерий = -1,1), в поясничном отделе позвоночника на уровне L1-L4 (МПК = 0,928; Z-критерий = -1,4).

Заключение. Приведенное исследование, направленное на оценку МПК у молодой пациентки с острым лейкозом, перенесшей программную ПХТ и ТГСК, продемонстрировало развитие остеопороза во всех исследуемых областях МПК при сохранении нормальных значений Z-критерия.

Список использованных источников:

1. О.А. Перльмуттер, А.В. Яриков, И.А. Лобанов, С.Е. Павлинов, А.П. Фраерман, А.Г. Соснин, С.Н. Пардаев, А.С. Мухин, И.И. Смирнов, И.В. Гунькин, А.А. Денисов, С.В. Масевнин, М.Ю. Докиш, Ю.Л. Коритько, И.Ю. Ежов Остеопороз: текущее состояние проблемы, современные методы нейровизуализации и принципы лечения . Врач, 2020; (12): 52-60
2. Ю.С. Китаева, Е.А. Праскурничий. Предикторы снижения минеральной плотности костной ткани у пациентов с лимфомой Ходжкина, ассоциированные с патогенетической терапией. Архивъ внутренней

медицины. 2023; 13(1): 36-45. DOI: 10.20514/2226-6704-2023-13-1-36-45. EDN: LHFKGU
3. А.С. Уланова, Н.А. Григорьева, И.А. Турабов, М.Ю. Рыков. Поражение костно-суставной системы в дебюте острого лейкоза в детском возрасте. Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2020; 65:(5)
4. Ю.В. Скворцова, Д.Н. Балашов, А.А. Масчан. Остеопения и остеопороз после аллогенной трансплантации гемопоэтических стволовых клеток, особенности нарушений костного минерального обмена у детей. Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии 2017 Том 16 № 4 98–106.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, КАК МЕТОД РАННЕГО ВЫЯВЛЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ЯВЛЯЮЩИХСЯ МЕДИЦИНСКИМИ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯМИ

А.А. Вьюнова, А.С. Кретов,
И.В. Власова, О.В. Подгорнова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

По данным Росстата за 2023 г. количество лиц, впервые признанных инвалидами в трудоспособном возрасте, составляет 275 000 от общей численности инвалидов.

По оценочным данным ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России количество лиц с выявленными медицинскими противопоказаниями по результатам периодического медицинского осмотра (далее – ПМО) в РФ может достигать 100 тысяч случаев ежегодно, которые в большинстве случаев являются опытными специалистами.

Стажированные, опытные, высококвалифицированные специалисты являются основной кадрового потенциала промышленных предприятий. Подготовка одного такого сотрудника требует не менее 10 млн. рублей. Таким образом, профилактика медицинских противопоказаний является не только важной социальной задачей, но и обеспечивает снижение экономических затрат во всех отраслях промышленности, включая критические важные.

Учитывая вышеизложенное, предлагается рассмотреть обязательное психофизиологическое обследование (далее-ПФО), как инструмент профилактики заболеваний, которые могут явиться медицинскими противопоказаниями, для сохранения здоровья и профессионального долголетия работающего человека.

Согласно утвержденным нормативно-правовым актам, лица, работающие в условиях воздействия ионизирующего излучения, подлежат обязательному психофизиологическому обследованию.

Основной целью психофизиологического обследования работников объектов использования атомной энергии, является выявление лиц, психофизиологические характеристики которых свидетельствуют о низком уровне функционального состояния центральной нервной системы, еще до наступления выраженных клинических симптомов заболевания и этапе «предболезни».

Обязательное психофизиологическое обследование лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения, включает следующие обязательные методики:

- измерение артериального давления на периферических артериях;
- оценка вариабельности сердечного ритма; (рекомендуется проводить с помощью регистрации ЭКГ 5 мин, посредством аппаратно-программных комплексов и в соответствии со значением ПАРС где рекомендованными недопустимыми величинами являются значения равные 7 и более)
- простая сенсомоторная реакция на свет;
- сложная сенсомоторная реакция на свет и звук;
- реакция на движущийся объект (рекомендуется проводить в соответствии с показателем «точность реакции» (частота попаданий в %), где рекомендованными недопустимыми величинами являются значения менее 15%);
- методика многостороннего исследования личности.

В настоящий момент ведется работа по разработке методики, позволяющей на основе результатов ПФО, осуществлять раннее выявление заболеваний и рисков их развития, с целью профилактики медицинских противопоказаний, у лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения.

Полученные данные могут быть использованы при формировании групп работников, подлежащих прохождению профилактических и реабилитационных программ, направленных на укрепление здоровья и

продление трудового долголетия лиц, работающих в условиях воздействия ионизирующего излучения.

СПОСОБ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО ОБЕЗБОЛИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ИСХОДНОЙ БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ИНТРАОПЕРАЦИОННОГО АППАРАТНОГО МОНИТОРИНГА

М.С. Данилов[1,2], К.М. Лебединский[2], И.С. Симутис[1,2]

[1]ФГБУ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И. И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Введение. Вопрос интраоперационного обезболивания представляет собой актуальную проблему, которая успешно решается с помощью комплексного подхода, включающего в себя применение опиоидных агонистов, нестероидных противовоспалительных препаратов и методов местной анестезии. Однако восприятие болевых раздражителей у каждого человека индивидуально, поэтому для обеспечения эффективного обезболивания во время операции могут потребоваться различные комбинации и дозировки препаратов. Мы предлагаем исследовать возможность индивидуального подхода к обезболиванию, особенно интраоперационному, на основе предварительной оценки болевой чувствительности и её интраоперационной аппаратной оценки. Это позволит уменьшить дискомфорт пациентов, снизить риск нежелательных последствий от избыточного применения анальгетиков и повысить безопасность анестезии.

Цель исследования: выяснить, возможно ли реализовать индивидуальную схему обезболивания во время операции. Для этого были сформулированы задачи:

- оценить исходную болевую чувствительность;
- оценить выраженность боли и потребность в фентаниле во время выполнения операции;
- оценить выраженность боли и потребность в анальгетиках в послеоперационном периоде.

Материалы и методы. В ходе исследования были проанализированы данные 42 пациентов, которые подверглись хирургическому вмешательству под общей анестезией с применением миорелаксантов. Перед началом анестезии провели оценку интенсивности боли при установке периферического катетера (размер 18-20G в зависимости от анатомических особенностей венозного русла пациента). Затем была проведена индукция наркоза и сразу же начата инфузия фентанила в дозировке 2,5 мкг/кг/ч. Дозировка корректировалась в зависимости от мониторинга уровня болевой чувствительности по индексу qNOX (до достижения значения 40-60) и оценки клинических параметров. В послеоперационном периоде боль оценивалась с использованием числовой рейтинговой шкалы и по уровню кортизола в плазме крови.

Результаты и обсуждение. У пациентов, которые до операции испытывали интенсивные болевые ощущения (5 баллов и более по ЧРШ), наблюдалась корреляция между уровнем боли и количеством фентанила, необходимым для поддержания индекса qCON в диапазоне от 40 до 60. С другой стороны, у пациентов с менее выраженной исходной болью расход фентанила был ниже, но корреляция не прослеживалась. Это позволяет предположить, что у таких пациентов потребность в анальгетиках будет меньше. Однако для подтверждения этого предположения необходимо провести дополнительные исследования с участием большего числа пациентов. В послеоперационном периоде двум пациентам не потребовалось дополнительное введение промедола. Один из них имел высокую исходную оценку боли, а другой – низкую. При этом между этими двумя группами пациентов не было обнаружено значимых различий в потребности в промедоле, а также в послеоперационной оценке боли по числовой рейтинговой шкале и уровне кортизола ($p>0,05$). Это свидетельствует о том, что предложенный метод обеспечивает эффективное обезболивание независимо от исходной оценки болевой чувствительности.

Заключение. Исследование индивидуальной болевой чувствительности в сочетании с использованием современных технологий аппаратного контроля процесса обезболивания во время хирургического вмешательства позволяет предложить тактику обезболивания в интраоперационном периоде с учётом индивидуальных особенностей каждого пациента. Это позволяет избежать как недостаточного, так и избыточного применения анальгетических препаратов.

Такой подход способствует повышению качества медицинской помощи и обеспечению безопасности пациента в послеоперационном периоде.

ВЗГЛЯД НА КОНФОРМАЦИОННУЮ ДИНАМИКУ ТРАНСПОРТНОГО ФУНКЦИОНАЛА ДВИЖУЩЕЙСЯ КРОВИ

Г.А. Довгалов

ФГБУЗ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова» ФМБА России,
г. Санкт-Петербург, РФ

В последние годы внимание исследователей привлекают изменения конформации и других физико-химических свойств белков, связанных с развитием патологических процессов в организме. Белком, легко подвергающимся модификациям, является альбумин КФ 3.1.1.55. Поиск факторов, обуславливающих изменение альбумина, при различных заболеваниях, ведется разнообразными методами, включая биофизические и биохимические. «Сухая» биология использует компьютерные и математические подходы, «мокрая» работает с растворами, дозаторами, анализаторами. Объединив теоретические и экспериментальные разработки в рамках клинического исследования, изучаем механизмы направленного действия лиганд-ксенобиотиков на свойства молекул альбумина. Анализ конформационных состояний в контексте клинической ситуации – возможность лучше понимать кинетику ресурса и клиренса внутренней среды организма.

ТЕХНОЛОГИЯ СКРИНИНГА

АСИМПТОМНАЯ ДЕТЕКЦИЯ БОЛЕЗНИ

молекулярные модели поиска активности неопластического процесса

(1) конформационные характеристики альбумина (ЭПР спектр)

(2) иммуноглобулиновые профили (ИФА)

1. Электронный парамагнитный резонансный метод тестирования злокачественных новообразований - функциональный анализ альбумина посредством MMS- теста, позволяет фиксировать специфические изменения его транспортных и детоксикационных свойств на разных стадиях заболевания.

Трехмерная структура альбумина достаточно конформационно лабильна и при связывании различных лигандов в молекуле возникают характерные для

мультимерных белков явления кооперативности и аллостерической модуляции.

Альбумин продолжает модифицироваться весь жизненный период, но "специфически" при наличии аддуктов неоплазий.

Три биофизических параметра ёмкости связывающих сайтов альбумина чётко отображают динамику состояния его транспортной эффективности: BE связывающая, RTQ транспортная, DTE детоксикационная эффективность. Один заточен на диагностику рака – DR нативность.

Продукты жизнедеятельности неоплазм собираются на связывающих центрах в продолжении всего жизненного цикла молекул альбумина. Возрастание концентрации в доменах может до 500 раз превышать их содержание в плазме крови.

Превышение расчётных пределов загрузки альбумина опосредовано приводит к нарушению механизмов гомеостаза, потере стабильности и развитию критических состояний организма.

2. ЭЛИ-Висцеро-Тест 24 – иммуноферментный метод – аутоиммунная глобулиновая система оценки локальных активностей – критическое окно эффективного действия лекарств.

Глобулины – аутоиммунные антитела – «мост» между генотипом и фенотипом. Репертуары ауто-АТ очень сходны у всех здоровых лиц разного возраста и пола, а их наборы формируются еще во внутриутробном периоде.

Профили Ауто-АТ являются наиболее информативными параметрами [Meroni, 2007] и значимость этих показателей для выявления патологических изменений в организме оказывается существенно выше, нежели оценка абсолютных концентраций отдельных ауто-АТ [Полетаев, 2010]

Если геномные программы-инструкции несут в себе множество потенций, то с помощью регуляторной метасистемы *нейро-иммунно-эндокринной* производится точный выбор и актуализация небольшой их части, необходимой организму в данное время, в данных условиях.

Иммунный статус – это состояние иммунной системы в конкретный промежуток времени.

В ПРИРОДЕ ОШИБОК НЕ БЫВАЕТ.

ДИЗАЙН ИССЛЕДОВАНИЯ

Модель С - 16

В гидрофобных колодцах молекул альбуминовой матрицы размещаем зонд - спиновую метку 16-ДОСК свободный радикал.

В постоянном магнитном поле, в матрице, СВЧ-излучением вызываем электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) и получаем волновой спектр.

По динамике спектра ЭПР оцениваем конформационные состояния, структурные переходы, кинетику, вычислимые в реальное время.

Переменными величинами оперируем в контексте явлений, уровней событий, режимов путём методического развёртывания с учётом конкретных условий.

Типизируем группы признаков объекта на предматематическом уровне формализации разделением альтернатив в функциональные единицы.

В тонкой структуре статистических распределений находим внешний сигнал, запускающий эпигенетические изменения.

Определяем эталон/метку, относительно которого выстраиваем хронологическую цепочку событий, допустимой степени объективности.

Cum grano salis.

Список использованных источников:

1. Анохин П. К. Теория функциональной системы // Успехи физиол. наук,1970;1(1):19-54.
2. Зайчик А.М., А.Б. Полетаев, Чурилов Л.П. Естественные аутоантитела иммунологические теории и превентивная медицина // Вестник СПбГУ. 2013; 11(2):3-14.
3. Лянг О.В., Шнурр К., Вайтерштадт К. Лабораторная диагностика активной злокачественной пролиферации методом ЭПР-спектроскопического определения изменений транспортных свойств альбумина в сыворотке крови // Лабораторная служба. 2015;4(3):44-56.
4. Kazmierczak SC, Gurachevsky A, Matthes G, Muravsky V. Electron spin resonance spectroscopy of serum albumin: a novel new test for cancer diagnosis and monitoring // *Clin Chem.* 2006 Nov;52(11):2129-34. doi: 10.1373/clinchem.2006.073148.

ОСОБЕННОСТИ ДЕНСИТОМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ЖЕНЩИН СТАРШЕЙ ВОЗРАСТНОЙ ГРУППЫ

А.А. Жимирикина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Остеопороз – метаболическое заболевание скелета, характеризующееся снижением костной массы, нарушением микроархитектоники костной ткани и, как следствие, переломами при минимальной травме [1]. Данная патология нередко ведет к инвалидизации и сокращению продолжительности жизни, что определяет остеопороз как одну из важнейших социально-экономических проблем среди населения. Как известно, наиболее высокий риск развития остеопороза отмечается у лиц женского пола в постменопаузе [2]. Процессы поддержание минеральной плотности костной ткани (МПК) и костеобразования в течение всего репродуктивного периода у женщин контролируются эстрогенами. Не подвергается сомнению тот факт, что дефицит этих гормонов у лиц женского пола в период постменопаузы способствует снижению костной ткани и, как следствие, повышает риск развития низкоэнергетических переломов у женщин старшего возраста [3].

Существуют различные предикторы снижения минеральной плотности костной ткани у женщин в постменопаузе, такие как индекс массы тела, возраст наступления менопаузы, сопутствующие заболевания. Однако, несмотря на актуальность данной проблемы, остаются не изученными основные предикторы развития остеопороза у женщин старшего возраста, поэтому проведение целенаправленного скрининга факторов риска у данной категории лиц имеет важное значение [4].

Цель: определить состояние костной ткани у женщин старшего возраста в зависимости от времени наступления менопаузы.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 44 женщины с медианой возраста 57 лет, находящиеся в постменопаузальном периоде, из которых менопауза наступила до 50 лет – у 21 женщины (48%), после 50 лет – у 23 женщин (52%). Исследуемые группы сопоставимы по возрасту и ростовесовым критериям. Всем участникам выполнена двухэнергетическая

денситометрия в трех областях исследования: поясничный отдел позвоночника, проксимальный отдел бедра и шейка бедра.

Результаты. Проведено денситометрическое исследование костной ткани у всех участниц исследования, и было показано, что значения МПК у женщин с наступление менопаузы до 50 лет значительно снижены во всех областях измерения по сравнению с группой лиц женского пола, у которых менопауза наступила в возрасте старше 50 лет ($p \leq 0,05$). У женщин с ранней менопаузой достоверно чаще показатели Т-критерия снижены до остеопении/остеопороза в поясничном отделе позвоночника и проксимальном отделе бедра ($p \leq 0,05$).

Снижение Т-критерия до остеопении/остеопороза наблюдается у 14 женщин с ранней менопаузой (61%) в поясничном отделе позвоночника, у 16 женщин (69%) – в области шейки бедра, у 12 женщин (52%) – в проксимальном отделе бедренной кости. При этом у лиц женского пола с наступлением менопаузы старше 50 лет снижение данного показателя диагностируется до остеопении/остеопороза у 10 (48%) в поясничном отделе позвоночника, у 9 женщин (43%) – в области шейки бедра, у 4 женщин (19%) – в проксимальном отделе бедренной кости.

Таким образом, у женщин обеих групп снижение Т-критерия до остепении/остеопороза наблюдается в области поясничного отдела позвоночника. Женщины с ранней менопаузой в 6 раз чаще имеют снижение Т-критерия до остеопороза в области проксимального отдела бедренной кости и в 2 раза чаще – в шейке бедренной кости, чем лица женского пола с менопаузой, начавшейся в возрасте старше 50 лет.

Заключение. Женщины с наступлением менопаузы в возрасте до 50 лет значительно чаще имеют снижение денситометрических показателей в области проксимального отдела бедренной кости и поясничном отделе позвоночника, что значительно повышает риск развития низкоэнергетических переломов у данной категории лиц.

Список использованных источников:

1. Диагностика и терапия постменопаузального остеопороза в клинической практике / В. И. Струков, Д. Г. Елистратов, Д. В. Вихрев [и др.] // Врач. – 2022. – Т. 33, № 7. – С. 54-58.
2. Актуальные вопросы диагностики и терапии остеопороза в практике терапевта / В. Н. Шишкова, О. В. Косматова, И. А. Скрипникова [и др.] // Лечебное дело. – 2021. – № 1. – С. 52-61.

3. Волоцкая Н.И., Сулима А.Н., Румянцева З.С. Менопауза: современные стандарты диагностики и коррекции нарушений. Врач. 2021; 32 (3): 66–72.
4. Дудинская, Е. Н. Остеопороз у женщин: современные возможности диагностики и лечения / Е. Н. Дудинская, А. К. Илющенко // Онкогинекология. – 2022. – № 4(44). – С. 71-79.

РЕОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ВИЗУАЛИЗАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ КРОВЕНАПОЛНЕНИЯ В СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ОККЛЮЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

М.И. Забудько, А.В. Чащин, И.С. Дроздов

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. В статье [1] критически анализируется: бесконтрольность применения окклюзионных методов измерения АД и потенциально негативное действие на организм; основные факторы влияния на сосудистую систему (СС). Нарушение кроволимфотока затрагивает разные участки русла сосудов, включая магистральных. Рассмотрены механизмы реакции и изменения жидкостного обмена, обусловленные внутрисосудистым давлением. Реакция СС свидетельствует о нарушении условий кроволимфообращения. Так обоснована важность учёта источников методической погрешности (МП), бесконтрольно снижающих точность и достоверность диагностических выводов.

В [2] впервые введено понятие о суперпозиции влияния эндогенных факторов на объемнодинамические (ОД) гемолимфонаполнение, включающее волновые воздействия на пульсирующий кровоток, связанные с движением тканей, мышц, взаимодействием с внутренними органами. Идентификация составляющих суперпозиции представлена моделью внешнего управления дозированными уровнями воздействия на СС. Для изучения ОД кроволимфонаполнения разработана БТС и спектральный метод анализа ОД сигналов.

В [3] предложена модель гемодинамики в плечевой и прилегающих к манжете тканям, с тремя участками СС. Разработан алгоритм повышения точности измерений и расширяющий возможности исследований. В выводе указана важность учёта при интерпретации механизмов влияния на кровообращение и организм, и влияние на МП.

В [4] обоснована опасность окклюзии, нарушающая условия кровообращения; выделен существенный источник МП. Предложено: изменения в организме регистрировать, как дополнение и интерпретировать сопутствующие показатели, а в случаях риска, применять безокклюзионные методы. Акцентировано внимание медиков и разработчиков устройств на важность учёта влияния воздействий на достоверность измерений и состояние пациента.

В [5] заключено, что реакцию на окклюзию представляет суперпозиция многих нарушений гемолимфообращения, что является причиной МП и недостоверных измерений, особенно без контроля состояния до и после процедуры. Для пациентов с исходными патологиями процедуры представляют повышенный риск ухудшения состояния. Обзор [1-5] указывает на важность исследований, подтверждающих и классифицирующих сосудистые реакции на окклюзионные действия. Прогнозирование реакций до измерений АД важно для снижения рисков и повышения достоверности.

Основные положения о наполнении тканей

Кровоток регулируется в соответствии с потребностями тканей. Для адекватного кровоснабжения сердце и сосуды должны поддерживать необходимый сердечный выброс (УО) и АД. По современным данным [7], в СС различают большой и малый (легочный) круги. Распределение крови: 84% общего объема циркулирует в большом круге, из которого 64% в венах, 13% – в артериях, и 7% – в артериолах и капиллярах, в сердце около 7%, а в легких 9% общего объема крови. Перераспределение происходит путём регуляции кровотока в органах и тканях, в соответствии с метаболическими потребностями. Активность клеток увеличивает кровоснабжение тканей.

УО – фактор, определяющий кровоток в тканях. Из капиллярной сети кровь возвращается к сердцу по венам. АД – важнейший параметр, регулируемый независимо от местного кровотока и УО. Кроме перечисленных, в СС существует эффективный механизм регуляции АД, – барорецепторный рефлекс. Импульсы от барорецепторов, поступают в сосудодвигательный центр ЦНС, активируют парасимпатическую нервную систему, снижая ЧСС и УО, вызывая вазодилатацию, и снижение АД [7].

Визуализация изменений кровонаполнения в СС

Изучение влияния на СС планируется на основе дозированной компрессии предплечья с фиксацией изменений при разных уровнях давления манжеты (ДМ), создающего контролируемые ограничения кровотока в разных отделах СС. Изменение ДМ управляет движением жидкостей в сосудистых руслах. По **реографическим** сигналам контролируются ОД наполнения сосудов в разных участках верхних конечностей, представляя преимущество метода. Полученные значения, как базовые, важны для контроля адекватной визуализации. Для визуализации и анализа результирующего действия механизмов, определяющих динамику наполнения сосудов и окружающих тканей и информационные возможности в исследовании кровообращения представляются мат. моделью [2], по уравнениям суперпозиции, одновременного действия источников внутрисосудистого давления (артериального, венозного и лимфатического), как независимых, вызванных движением структур опорно-двигательного аппарата, модулирующей функцией влияния движений диафрагмы грудной клетки на кровоток, модулирующей влияние на кровоток присасывающего действия грудной клетки, раздражений дыхательного центра, ускорения ритма сердечных сокращений при вдохе и замедлении на выходе, раздражений дыхательного центра, представляющего волны Майера.

Выводы. Таким образом, теоретически учитывается: пульсирующая работа сердца, наполнение сосудов с каждым ударом сердца; движение структур опорно-двигательного аппарата; действие основных механизмов модулирующего влияния эндогенных факторов на динамику ОДН сосудов – образования дыхательных волн и волн третьего порядка. Поэтому на основе уравнений можно визуализировать изменения кровенаполнения тканей и визуализацию использовать при анализе результатов при дозированной компрессии тканей и ее влиянии на СС.

Список использованных источников:

1. Чащин А.В. Анализ сосудистой реакции в организме при окклюзионных измерениях АД / Системный анализ и управление в биомед. системах. – 2020. т 19, № 4, с 108-113
2. Чащин А.В. Анализ влияния эндогенных факторов на кровенаполнение в сосудистой системе / А. В. Чащин, Е. П. Попечителев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах – 2012 – т 11, № 1 – с 26-38
3. Чащин А.В. Системный анализ неучитываемого влияния окклюзионных измерений АД на гемодинамику и состояние организма / Системный

анализ и управление в биомедицинских системах – 2022 – т. 21 № 2 – с 98-104
4. Чащин, А.В. Проблемные вопросы о влиянии на состояние организма и результаты измерения АД окклюзионных процедур / Биомедицинская радиоэлектроника. – 2022. – Т. 25, № 2-3. – с. 31-45.
5. Забудько М.И., Чащин А.В., Дроздов И.В. Критические замечания о влиянии на организм окклюзии в процедурах измерения АД / Материалы XXXVI всероссийской Н-Т. конференции студентов, молодых учёных и специалистов – 2023. – с. 31– 34.
6. Медицинская физиология по Гайтону и Холлу / Дж.Э. Холл / Пер. с англ; 2-е изд., испр. и доп. — М.: Лесгафта, 2018. — 1328 с. – с 187
7. Шалыгин Л.Д. Современные представления о механизмах регуляции АД /Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова 2015, т 10, № 2.– с. 109

МЕТОД БЕЗАРТЕФАКТНОЙ ЭВТАНАЗИИ

В.А. Ивашин, В.И. Кезик, В.А. Куропаткин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Для принятия на вооружение силовых структур вновь разрабатываемых специальных средств нелетального действия (ССНД) необходимо провести медико-биологические испытания и выдать заключение о безопасности, с указанием степени тяжести вреда здоровью, наносимого организму при их штатном применении. Заключение о безопасности формируется на основе протоколов испытаний, включая, в том числе, результаты патологоанатомического вскрытия. Для установления объективного действия исследуемого фактора, генерируемого ССНД, метод вскрытия должен быть безартефактным. Перед проведением вскрытия экспериментальные животные подвергаются эвтаназии. Эвтаназия животных осуществляется с учетом требований Европейской директивы [1, 2], где указаны следующие требования: способность вызывать потерю сознания и смерть без причинения боли, страданий, беспокойства; время, требуемое для потери сознания; надежность; необратимость; возможность получения материалов для

исследования без артефактов. Неверно выбранный метод эвтаназии может повлиять на весь организм и тем самым вызвать появление артефактов.

Артефакты могут возникать в ткани головного мозга, легких, как части системы дыхания, одними из первых, реагирующих на воздействие химических и физических факторов разной модальности.

В зависимости от интенсивности и характера воздействия физиологические реакции варьируют от адаптивного процесса до возникновения явных или макроскопически скрытых морфологических проявлений, которые могут значительно модифицировать регистрируемые эффекты экспериментального воздействия.

Методы эвтаназии, до настоящего времени широко используемые при работе с мелкими лабораторными животными, – цервикальная дислокация, отравление CO_2, этиловым эфиром, наркотическими препаратами. Эвтаназия крупных животных чаще всего осуществляется электрооглушением или газовой смесью.

Оглушение является одним из самых важных процессов современного промышленного убоя скота. Считается, что животное теряет сознание и, не приходя в себя, умирает. Перед убоем животное следует выводить из сознательного состояния, чтобы оградить его от страданий и агонии. На Западе по закону требуется сначала оглушить животное с помощью пневматического пистолета с выдвигающимся ударным стержнем (проникающим внутрь черепа животного).

Известна исламская практика забоя животных с помощью моментального рассечения артерий в верхнем отделе шеи. Исследования боли и сознания при забивании скота, проведенные на факультете Ветеринарной медицины Ганноверского университета показали, что забой при помощи ножа – самый гуманный метод. А метод оглушения с помощью пневматического пистолета, который практикуется на Западе, причиняет животному тяжкие страдания. В то время как при исламском методе, первые три секунды с момента забоя показатели ЭЭГ не показывали изменения энцефалограммы по сравнению с состоянием до забоя. Животное не испытывает боли ни во время, ни после рассечения артерии.

При проведении собственных исследований [3, 4], способ эвтаназии заключался в мгновенной декапитации крыс, кроликов и овец без пересечения трахеи. Сохранение целостности трахеи предотвращало попадание крови в дыхательные пути. При отработке метода забоя были проведены исследования биоэлектрической активности головного мозга и сердечной деятельности.

Было установлено, что через 30 с после декапитации ЭЭГ и АСВП имеют нулевой уровень, ЭКГ отсутствует.

Отличие метода, применяемого нами, и забоя исламским методом состоит в том, что при сохранении целостности позвоночника сердце продолжает биться и тело сильно содрогается (рефлекторная реакция спинного мозга), выводя максимальный объем крови из тела. В то время как при пересечении спинного мозга биоэлектрическая активность головного мозга доходит до нулевого уровня и сердце прекращает биться. Агональное состояние практически отсутствует, что позволяет осуществлять безартефактное вскрытие животных.

Наркотическая премедитация перед экспериментом и при эвтаназии является доминирующим методом, обеспечивающим гуманизм по отношению к животным.

Самым характерным средством, обладающим наркотическим действием и часто используемым в эксперименте и для эвтаназии, является диэтиловый эфир (этиловый эфир), используемый как средство для наркоза или составная часть наркотических смесей. Наркотическим средством, часто применяемым в экспериментальной медицине, является Золетил 10. Однако, сложности применения, временные параметры наркоза и выхода из него, а также неопределенность характера побочного действия Золетила предполагают сомнительную целесообразность его применения.

К числу ингаляционных наркотиков относится также закись азота, или веселящий газ (N_2O). Для наркоза при обычном атмосферном давлении применяют газовую смесь, состоящую из 80% закиси азота и 20% кислорода. Течение наркоза при применении закиси азота имеет свои особенности. При ее вдыхании наркоз наступает быстро (через 1-2 минуты) без стадии возбуждения, а при снятии маски быстро прекращается. Применение закиси азота – это наиболее приемлемый вариант обеспечения безартефактной эвтаназии.

Список использованных источников:

1. Рыбакова А.В., Макарова М.Н. Методы эвтаназии лабораторных животных в соответствии с Европейской директивой 2010/63 // Международный вестник ветеринарии. 2015. – № 2.
2. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes.
3. Ивашин В.А., Кезик В.И., Соловьев В.П. Модифицированная методика оценки состояния легких у экспериментальных животных при

экстремальных воздействиях // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – 13(4). – С. 907-912.
4. Драган С.П., Кезик В.И., Богомолов А.В. Физиологические аспекты импедансометрии легких // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2022. – № 2. – С. 181-190.

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ РИСКА РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Д.Ю. Каримова[1], П.В. Голышко[2], А.А. Латышова[3]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]НИИ урологии и интервенционной радиологии имени Н.А. Лопаткина – филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, г. Москва, РФ
[3]ФГБУ «ЦНИИОИЗ» Минздрава России, г. Москва, РФ

Здоровье населения является одним из важнейших показателей благополучия страны, а его охрана и укрепление — приоритетным направлением развития любого цивилизованного государства. В журнале Американского Противоракового Общества был представлен систематический анализ заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в мире, основанный на данных Globocan, международной онкологической базы данных, разработанной и эксплуатируемой Международным агентством по изучению рака (МАИР). По их данным, число случаев заболевания раком может увеличиться с 20 млн., зафиксированных в 2022 году, на 77% и достигнет 35 млн. к 2050 году.

При этом, болезни органов пищеварения (БОП) являются одними из наиболее распространённых хронических заболеваний в экономически развитых странах и, по данным ряда исследований, их удельный вес составляет 8-10% (О.В. Шаньгин с соавт., 2022). Воспалительные заболевания поджелудочной железы (ПЖ) являются частой причиной преждевременной смертности населения, формирующей отрицательный демографический баланс в нашей стране и мире (А.Д. Каприн, 2023). Заболеваемость хроническим панкреатитом (ХП) в развитых странах колеблется в пределах 5-

10 случаев на 100 тыс. населения, в мире в целом — 1,6-50 случаев на 100 тыс. населения в год. Все эти заболевания приводят к злокачественным новообразованиям поджелудочной железы (ЗНПЖ), среди которых следует выделить аденокарциному поджелудочной железы – это чрезвычайно агрессивная форма рака с низкой выживаемостью (В.Е. Моисеенко с соавт., 2021). Аденокарцинома протоков поджелудочной железы – всемирно признанная наиболее сложным видом рака, злокачественная опухоль, по прогнозам к 2026 году может стать третьей причиной летальности от рака в мире. Уровень смертности пациентов с аденокарциномой поджелудочной железы точно отражает уровень заболеваемости, вследствие небольшого периода выживания, как правило, менее одного года (P.H. Viale, 2020).

В связи с этим, **целью исследования** стал анализ мировых тенденций в изучении факторов риска рака поджелудочной железы.

Материал и методы исследования. Использовались методы аналитический, статистический, обзор литературных источников, данных реестра онкологических заболеваний и др.

Результаты и обсуждение. Большинство авторов склоняются к мысли, что примерно от 25% до 30% случаев аденокарциномы поджелудочной железы может быть связано с потреблением табака, у курильщиков вероятность развития этого заболевания в 2,5-3,6 раза выше, чем в среднем по популяции. Курение в качестве наиболее вероятностного фактора развития рака поджелудочной железы (ПЖЖ) упоминается в большинстве публикаций (X.Gu, N. Minko, 2024).

Широкое распространение в современном мире ожирения является одной из причин увеличения количества целого ряда хронических заболеваний, таких как диабет, атеросклероз, опухоли и гипертония. В последние годы ожирение стало растущей глобальной проблемой общественного здравоохранения. Эпидемиологические исследования показывают, что ожирение увеличивает риск возникновения различных опухолей, большинство из которых являются новообразованиями пищеварительной системы (N.O. Alqualo et al., 2024). Злокачественное поражение желудка, пищевода, печени, поджелудочной железы и прямой кишки, чаще возникают у тучных людей и являются одной из основных причин смертности в мире (X.Li et al., 2023).

Кроме того, семейный анамнез является установленным фактором риска развития рака поджелудочной железы. Исследования указывают на то, что

около 7-10% больных раком поджелудочной железы имеют семейный анамнез заболевания. Для семей с тремя и более лицами со злокачественными заболеваниями поджелудочной железы вероятность развития аденокарциномы ПЖЖ примерно в 32 раза выше по сравнению с семьями без каких-либо упоминаний рака. В семьях с четырьмя или более людьми с раком ПЖЖ риск может возрасти в 57 раз (M. Hidalgo, 2010).

Несколько исследований показывают, что наследственные факторы, ожирение, сахарный диабет, хронический панкреатит, злоупотребление алкоголем, хронический гепатит, рак молочной железы и неполипозный колоректальный рак также могут повышать риск развития рака поджелудочной железы (P. Rawla et al., 2019).

Учитывая этиопатогенетическую роль ухудшающегося качества питания (недостаточность контроля качества продуктов питания), возрастающих стрессов, злоупотребление алкоголем (недостаточно эффективной антиалкогольной политики), курение табака в возникновении панкреатита, следует предполагать его рост в будущем, приводящий к увеличению временной нетрудоспособности и инвалидности.

Выводы. Злокачественные новообразования поджелудочной железы становятся третьей причиной летальности от рака в мире. Тем не менее, точная этиология заболевания остается неизвестной. Это смертельное заболевание обычно диагностируется на поздней стадии, часто уже с метастазами, из-за отсутствия ранних клинических проявлений. Всё это требует дальнейшего изучения факторов риска и патогенеза злокачественных новообразований поджелудочной железы.

РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ РАЗНОВИДНОСТЕЙ ПСОРИАЗА

Д.Ю. Каримова[1], М.О. Гулиев[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]Медицинская академия КБГУ им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик, РФ

Псориаз остается довольно распространенным заболеванием. Признаки псориатической болезни могут быть завуалированы эритродермальными

проявлениями, суставными болями, воспалительными явлениями в них. Чёткое знание клинических форм псориаза способствует своевременной их диагностике и назначению адекватной терапии. В связи с этим была поставлена **цель настоящего исследования** – изучить возможные клинические формы псориаза, описанные в литературе.

Материал и методы исследования. Аналитическим методом изучены литературные источники по базам данных Scopus, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, CyberLeninka, eLibrary.ru, РИНЦ за последние 10 лет.

Результаты и обсуждение. Псориаз в России встречается примерно у 1,5-2% среди взрослого населения, что сопоставимо с глобальными показателями (А.А. Кубанов, Е.В. Богданова, 2024). Наиболее распространенным вариантом псориаза является вульгарный бляшечный псориаз (psoriasis vulgaris), на долю которого приходится более 80% случаев (A.W.Armstrong, C. Read, 2020). Характеризуется появлением четко очерченных папул и бляшек с серебристыми чешуйками. Локализуется чаще всего на локтях, коленях, волосистой части головы и пояснице. Кроме того, различают каплевидный псориаз (мелкие каплевидные высыпания, часто после инфекции, особенно у детей и подростков).

Генерализованный пустулезный псориаз (ГПП) – более редкая и тяжелая форма псориаза. Характеризуется внезапным и обширным высыпанием поверхностных стерильных пустул, сопровождающимся лихорадкой, дискомфортом и усталостью (S.F. Ruan et al., 2024).

Отдельно выделяют эритродермический псориаз, характеризующийся интенсивным покраснением и отслоением кожи, может поражать всю поверхность кожи; часто сопровождается лихорадкой и нарушением общего состояния. Эритродермический псориаз – трудно поддающийся лечению вариант псориаза, связанный с потенциально опасным для жизни тяжелым клиническим течением (A. Falco et al., 2024), характеризующийся распространенной эритемой, поражающей почти всю поверхность тела (от 75% до более 90%). ЭП является одной из наиболее распространенных причин эритродермии, ответственной примерно за 25% всех случаев. Это состояние обычно развивается быстро или более постепенно (от нескольких дней до нескольких недель) у пациентов, уже страдающих плохо контролируемым вульгарным псориазом. Распространенность оценивается в 1-2,25%, с соотношением мужчин и женщин 3:1 [15]. Несколько факторов считаются триггерами ЭП: внезапная отмена системных препаратов от псориаза, прием

лекарств, содержащих литий, прием противомалярийных препаратов, системные инфекции (I.Yin et al., 2016). В связи с редкостью этого состояния в настоящее время нет единого мнения относительно наилучшего алгоритма лечения ЭП [16, 17]. Считается эффективным использовать иммуносупрессию, включая циклоспорин и инфликсимаб для лечения нестабильных пациентов (Y. Lo, T.F. Tsai, 2021).

Кроме того, различают инверсный (складочный) псориаз; локализуется в крупных складках кожи, сопровождается высыпаниями ярко-красного цвета, гладкими, практически без чешуек; часто осложняется бактериальной или грибковой инфекцией. Общие симптомы включают зуд, жжение и болезненность кожи (J.T. Greb et al., 2016).

В качестве отдельной формы выделяют псориаз ногтей, локализующийся в ногтевых пластинах. Проявляется изменением цвета, точечными вдавлениями, утолщением ногтей, их расслоением и ломкостью.

По стадиям выделяют прогрессирующую, стационарную и стадию регресса.

Прогрессирующая стадия псориаза проявляется расширением высыпаний по краям, слиянием папул в большие бляшки и появлением новых поражений на местах повреждений кожи (феномен Кебнера). Высыпания розового оттенка и покрыты серебристо-белыми чешуйками, а по периферии можно заметить эритематозный ободок («зону роста»), который не покрыт шелушением. Псориатические признаки выражены положительно. В этой стадии появляются новые высыпания, увеличиваются старые очаги, наблюдается периферический рост.

Стационарная стадия псориаза характеризуется отсутствием новых высыпаний. Бляшки приобретают красный оттенок, немного инфильтрированы и покрыты легким шелушением. Чешуйки полностью покрывают поражённые участки. Псориатическая триада выражена слабо, а зуд практически не ощущается. В этой стадии процесс стабилизируется: новые элементы не появляются, но старые тоже не исчезают.

В стадии регресса шелушение пропадает, инфильтрация снижается, а бляшки начинают исчезать с центра, образуя по краям псевдоатрофический ободок Воронова. Субъективные симптомы, такие как зуд, отсутствуют. Уменьшается воспаление и шелушение, высыпания бледнеют и исчезают (M. Rosenbach et al., 2010).

Помимо бляшечного псориаза, псориатический артрит является еще одним важным клиническим проявлением псориатической болезни. Он включает болезненное воспаление суставов и окружающей соединительной ткани (S. Brenner, R. Wolf, 1991). Псориатический артрит обычно поражает пальцы рук и ног, заставляя их опухать и приобретать форму сосисок, состояние, известное как дактилит. Другие суставы также могут быть затронуты, например, колени, ягодицы, крестцово-подвздошный сустав и позвоночник (A.D. Burden, 2023). Примерно у трети пациентов с псориазом разовьется псориатический артрит, серонегативный артрит, связанный с псориазом (V. Burian et al. 2023). У 75% пациентов с псориазом наблюдались дерматологические проявления заболевания до артритных проявлений (M.Rosenbach et al., 2010).

Псориаз ассоциируется также с множеством сопутствующих заболеваний, таких как сердечно-сосудистые патологии, метаболический синдром, ожирение, воспалительные заболевания кишечника, а также психические расстройства, которые связаны с системным воспалительным процессом (J.E. Greb et al.,2016). При поражении суставов диагностируют артропатический псориаз, сопровождающийся выраженным болевым синдромом, отеком и ограничением подвижности суставов. Может приводить к деформациям и инвалидизации.

Псориатический артрит (ПсА) – встречается у 6-41% больных (A. Duvetorp et al., 2019). По официальным данным, распространенность псориатического артрита в Российской Федерации в 2022 г. составила 13,9 на 100 тыс. населения, заболеваемость – 1,97 на 100 тыс. населения. Трудности в диагностике псориатической природы артрита иногда осложняются тем, что артрит манифестирует до кожных проявлений. Псориатический артрит является распространенной медико-социальной проблемой и часто приводит к инвалидизации пациентов (Е.В. Богданова с соавт. 2023). В среднем ПсА появляется в первые 7 лет заболевания (W. Tillet et al., 2017). При поздней диагностике артрита существенно снижается возможная эффективность терапии (L.E. Burgers et al., 2019).

Заключение. Псориаз остается довольно распространенным заболеванием. Признаки псориатической болезни могут быть завуалированы эритродермальными проявлениями, суставными болями, воспалительными явлениями в них. Чёткое знание клинических форм псориаза способствует их своевременной диагностике и назначению адекватной терапии.

МЕРОПРИЯТИЯ МОТИВАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА СТИМУЛИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВРАЧЕЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Д.Ю. Каримова[1], И.М. Мустафаев[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России, г. Махачкала, РФ

Резюме. В обстановке преобразований общественной формации и связанных с этим социальных изменений необходимо исследовать происходящие процессы модернизации здравоохранения как социального института в контексте изменения политических, экономических, социокультурных и других факторов. В то же время в условиях рыночной экономики необходим комплексный подход к стимулированию профессиональной деятельности медицинского персонала с акцентом на врачей, работающих в стационаре.

Ключевые слова: врач стационара, мотивация деятельности, стимулирование, модернизация.

Введение. В здравоохранении накопились серьезные проблемы - общий дефицит финансового и материально-технического обеспечения; межтерриториальные различия по уровню расходов на здравоохранение; дефицит, диспропорции в структуре медицинских кадров, низкое качество медицинской помощи, дезинтеграция в системе управления отраслью и неэффективное использование ресурсов [1].

В результате в России была сформирована фундаментальная цель системы здравоохранения - сохранение и укрепление здоровья нации на основе формирования здорового образа жизни, повышения доступности и качества медицинской помощи, совершенствования высоких медицинских технологий, актуализации профилактического направления здравоохранения.

В этих условиях огромная социальная и нравственная ответственность ложится на плечи медицинских работников, государственная система оплаты труда которых не соответствует ни уровню квалификационных требований, ни интенсивности, ни социальной значимости труда. Все это приводит к оттоку из здравоохранения огромного количества специалистов, а следовательно, государство несет соответствующие материальные потери [2, 3].

Результаты и обсуждение. Для анализа жизненных ценностей и определения потребностей, удовлетворяемых врачами в процессе профессиональной деятельности и с целью изучения основных мотивирующих и демотивирующих факторов труда из большого количества содержательных и процессуальных теорий мотивации, используемых в современном менеджменте, нами была использована двухфакторная теория мотивации Ф. Герцберга и теория иерархии потребностей А. Маслоу.

Результаты исследования позволили определить, что основными жизненными приоритетами для анкетируемых являются семья, работа и социально-экономическая стабильность.

Распределение потребностей респондентов с учетом их возраста показало, что желание удовлетворять первичные потребности: в пище и в безопасности чаще всего высказывали респонденты, находящиеся в возрастной группе до 45 лет (41,6% и 3,8% соответственно) и в возрастной группе старше 60 лет (42,2% и 3,2% соответственно). Реализация первичных потребностей у респондентов среднего возраста (35-44 года) обусловлена, на наш взгляд, низким размером их заработной платы, не учитывающей надбавки за стаж, квалификацию, и т.д. Для большинства опрошенных, находящихся в пенсионном возрасте (старше 60 лет) остро стоит вопрос о завтрашнем дне, когда они будут вынуждены прекратить свою трудовую деятельность. Этим, по – видимому и определяется тот факт, что 45,8% врачей данной возрастной группы удовлетворяют первичные потребности в ходе своей трудовой деятельности.

Среди основных характеристик своей деятельности врачи изучаемых медицинских организаций называют ответственность (средний балл по больницам 4,8) и психологические нагрузки (4,5).

Заключение. В работе показано, что на настоящем этапе указанные направления кадровой политики российского здравоохранения не внедрены или не нашли отражения своей эффективности в статистических данных и социалогических исследованиях.

Автором сделан вывод, что непременным условием построения эффективной системы управления кадрами и кадровыми процессами в модернизируемой системе российского здравоохранения является процессный подход к их внедрению. Необходима детальная внутренняя разработка внедрения кадровых процессов.

Список использованных источников:

1. Балашов, П.Ю. Кадровые процессы в системе здравоохранения

Российской Федерации/П.Ю. Балашов, Н.Ф. Плавунов, Н.Ю. Трифонова, И.Г. Галь// Вестник всероссийского общества специалистов по медико-социальной экспертизе, реабилитации и реабилитационной индустрии. – 2014. - №2. – С. 10-15.
2. Балашов, П.Ю. Медико-социальные аспекты мотивационного поведения врачей / П.Ю. Балашов// Клинический опыт Двадцатки. – 2014. - №4. – С. 17-22.
3. Кропотин Д. Г. Категория «профессиональная пригодность учителя» в контексте развития идей научной школы В. А. Сластенина «Личностно-ориентированное профессиональное образование» // Наука и школа. 2022. № 4. С. 113–121.

РАЗРАБОТКИ ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ КАДРАМИ И ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ ВРАЧЕЙ СТАРШИХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Д.Ю. Каримова[1], И.М. Мустафаев[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ВО ДГМУ Минздрава России, г. Махачкала, РФ

Резюме. Снизить остроту существующих в системе здравоохранения проблем, на наш взгляд, в определенной степени можно через задействование всех факторов мотивации профессиональной деятельности направленной на повышение производительности труда, на рациональное использование производственных ресурсов.

Ключевые слова: методы и технологии управления, медицинские кадры, мотивация врачей, старший возраст.

Введение. Социально-экономические преобразования, произошедшие в России в конце 20 века, вызвали серьезные изменения в обществе, оказав негативное влияние на здоровье населения.

Медицинские кадры и, прежде всего, врачи являются самой значимой и наиболее ценной частью внутренних ресурсов лечебно-профилактических учреждений, именно они обеспечивают результативность их деятельности. Однако, это возможно лишь в условиях научно обоснованной системы мотивации их труда, которая в нашей стране имеет довольно низкий уровень

развития [1, 2]. В основном, суть трудовой мотивации у большинства работников здравоохранения сводится к осознанию ими социальной значимости их труда. В тоже время желание иметь гарантированную заработную плату, обеспечивающую достойный уровень жизни, не подкрепляется стремлением к высокой эффективности и качеству выполняемого труда [3, 4].

Результаты и обсуждение. Отражена проблематика управления кадровыми процессами отрасли, предложены конкретные методы их решения, затрагивающие как отрасль в целом, так и отдельные ее элементы.

С целью разработки эффективных методов и технологий управления кадрами и повышения мотивации врачей была разработана система оценки работы врача, которая позволит наиболее точно, без влияния каких – либо посторонних факторов оценить работника. В рамках предложенной системы бальной оценки деятельности врача и в целях повышения мотивации врачей на выполнение своих профессиональных обязанностей на более качественном уровне в работе была предложена и внедрена система экономического стимулирования в зависимости от оценки выполненной работы. Интересен тот факт, что если до начала организационного эксперимента по введению системы экономического стимулирования и депремирования, а также системы оценки качества медицинской помощи меньше половины врачей (46,5%) считали, что она может стимулировать качество выполнения медицинских услуг, то через 1 год работы в условиях рассматриваемых нововведений доля лиц, отмечающих зависимость качества медицинских услуг от дифференцированной оплаты по конечному результату, статистически достоверно ($p<0,001$) увеличился в 1,5 раза (69,8%). По мнению сотрудников, работа в новых условиях достаточно эффективно стимулирует интенсификацию и инициативность профессиональной деятельности (87,5%), стремление к повышению своей квалификации (89,7%) и овладению смежными знаниями, новыми медицинскими технологиями и лечебно-диагностическими методиками (91,1%), позволяет более полно реализовать свои профессиональные способности (90,3%), повышает престижность врачебной профессии (87,1%), способствует желанию трудиться на расширенной зоне обслуживания (75,4%).

Заключение. Таким образом, преимущества предлагаемого метода заключаются в способности учитывать совокупность всех важных коэффициентов, показателей, оценок; возможности быстро оценить работника и провести сравнительный анализ выполняемых им функций, увидеть сильные и слабые стороны сотрудника, что очень важно при непосредственном

оперативном управлении на местах.

Разработанная методология оценки и система баллов содержит в себе и определенные недостатки, среди которых субъективность коэффициентов важности. Однако разработанная система баллов может быть скорректирована в местах непосредственного применения, в любом лечебном учреждении.

Список использованных источников:

1. Балашов, П.Ю. Состояние здоровья врачей стационаров по субъективной оценке/П.Ю. Балашов// Материалы V Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы естественных и технических наук».- Ставрополь, 2014. – С. 126- 128.
2. Балашов, П.Ю. Современная модель управления персоналом на основе мониторинга деятельности/С.Н. Петросов, П.Ю. Балашов, И.А. Ласский// Материалы V Международной научно-практической конференции «Достижения и перспективы естественных и технических наук». - Ставрополь, 2014. – С. 129-132.
3. Комаров А.Г., Кудашев А.Р., Брандукова А.А., Муфтиев Г.Г. Современный менеджмент: теория и практика. – СПб.: Питер, 2004. – С.326.
4. Солтамакова, Л.С. Особенности эмоционального состояния преподавателей вузов / Л.С. Солтамакова, Н.В. Полунина // Человек и лекарство. Кардиоваскулярная терапия и профилактика : сборник материалов XXIX Российского национального конгресса. – Москва, 2022. – С. 65.

НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕАБИЛИТАЦИИ В ОТЕЧЕСТВЕННОМ ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Д.Ю. Каримова[1], О.И. Плетнер[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБНУ "РНЦХ им. Акад. Б.В. Петровского", г. Москва, РФ

Современная реабилитация представляет собой важную отрасль здравоохранения, без которой невозможно полноценное физическое и социальное восстановление пациентов после обширных оперативных вмешательств.

Занимаясь проблемами реабилитации пациентов после операционных вмешательств в опорно-двигательный аппарат, стала необходимой следующая **цель исследования –** проанализировать нормативно-правовое обеспечение реабилитации в отечественном здравоохранении.

Материал и методы исследования. Аналитическим методом изучены официальные источники нормативно-правовой документации, а также литературные данные по базам MedLine, The Cochrane Library, CyberLeninka, eLibrary.ru, РИНЦ.

Результаты и обсуждение. В соответствии с Приказом Минздрава России № 788н1 от 31 июля 2020 года медицинская реабилитация осуществляется в три этапа. Первый этап проводится еще в отделении реанимации и оказывается на протяжении 72 часов. Второй этап проводится в стационарном хирургическом отделении силами специалистов клиники, отдельно в приказе отмечается, что реабилитационные мероприятия на втором этапе должны оказываться на протяжении не менее 3 часов. Третий этап проводится после выписки пациента из стационара и проводится на санаторно-курортной базе.

Законотворчество в области медицинской реабилитации претерпело существенные изменения, которые, впрочем, стремятся навести порядок в этой области.

Приказ МЗ РФ №2 97 от 1 июля 2003 г. – «О враче восстановительной медицины» регламентирует деятельность врача специалиста по медицинской реабилитации. В приказе № 94н от 9 февраля 2011 г. должность врача восстановительной медицины исчезает из перечня. В 2011 году статья 40 ФЗ № 323 «Об основах охраны здоровья граждан в РФ» от 21 ноября 2011 г. уточняет понятие «Медицинская реабилитация». И в 2012 году Приказом МЗ РФ № 1183н от 20 декабря 2012 г. – в перечень специальностей возвращается «Врач по медицинской реабилитации» и «Медицинская сестра по реабилитации»

В Приказе МЗ РФ № 1705н «О порядке организации медицинской реабилитации» от 29 декабря 2012 г. регламентируется реабилитация взрослых и детей. Наконец, в 2013 г. появляется сообщество специалистов по медицинской реабилитации «Союз реабилитологов России». С 1 сентября 2015 г. в ряде областей РФ реализуется пилотный проект «Развитие системы медицинской реабилитации в РФ» по профилям: неврология, кардиология, травматология и ортопедия. С этого момента начинается целевое финансирование медицинской реабилитации.

Приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 3 сентября 2018 г. № 572н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по медицинской реабилитации», введена должность «Врач физической и реабилитационной медицины» - последипломное образование в ординатуре 2-3 года. Начинают появляться клинические рекомендации по реабилитации, созданные Союзом реабилитологов России.

Будет нелишним подчеркнуть важность финансовой составляющей отрасли реабилитации. До 2021 года финансирование бюджетных отчислений и базовой программы ОМС не могло полностью закрыть потребность для пациентов в медицинской реабилитации. Существовал риск снижения эффективности медицинской помощи, что могло иметь отрицательный социально-экономический эффект (А.П. Середа с соавт., 2021).

Но, с 2021 года в Программе госгарантий был доработан раздел медицинской реабилитации. К настоящему моменту определено достаточное финансирование для проведения трёхэтапной реабилитации (Л.И. Алексеев с соавт., 2019).

Союзом реабилитологов России создана единая база реабилитационных клиник в нашей стране. На сегодняшний день в базе насчитывается 268 государственных и частных клиник. Все государственные и большинство частных клиник имеют возможность работать по ОМС. В подавляющем большинстве травматологических центров эндопротезирования созданы условия для прохождения первого и второго этапов реабилитации после оперативного лечения (М.Н. Балахонов, 2002).

После появления в системе государственных гарантий системы финансовой компенсации проведения 3 этапа реабилитации, существенно увеличились возможности существующих реабилитационных центров и появились новые организации, основным родом деятельности которых стала реабилитация. Для определения нуждаемости в реабилитации разработана шкала реабилитационной маршрутизации (В.С. Нечаев, З.А. Магомедова, 2017).

Заключение. На текущий момент нужно констатировать, что в законодательном и организационном аспекте развития реабилитации как отрасли медицины, пройден большой путь, появились клинические рекомендации при отдельных нозологиях, отработаны механизмы маршрутизации пациентов. Но, несмотря на некоторые успехи в этой области, нужно отметить, что до сих пор остается целый ряд нерешенных вопросов в методологии, системности, периодичности амбулаторного наблюдения.

ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЖЕНЩИН В ПОСТМЕНОПАЗУАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ, ПЕРЕНЁСШИХ COVID-19, И ТАКТИКА ИХ ВЕДЕНИЯ (ПО ДАННЫМ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ)

Д.Ю. Каримова[1], Н.В. Яговкина[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, г. Киров, РФ

Резюме. Во всем мире отмечается рост интереса к изучению особенностей здоровья женщин зрелого возраста. В развитых странах доля женщин старше 50 лет за последние 100 лет увеличилась втрое. Сегодня ожидаемая продолжительность жизни у женщин в этих странах возросла с 50 лет до 81,5 лет. Несомненно, в первой половине 21 века средний возраст населения на планете будет расти значительно быстрее, предсказывают, что количество людей старшего возраста к 2050 г. будет составлять почти 2 млрд. человек (1970 млн), по сравнению с 580 млн в 1998 г. Целью данной обзорной статьи является освещение особенностей состояния здоровья женщин зрелого возраста.

Ключевые слова: постменопазуальный возраст, состояние здоровья женщин в постменопазуальном периоде, группа женщин после COVID-19.

Интерес к проблемам здоровья женщин зрелого возраста вызван тем, что, являясь хранительницами традиционных семейных ценностей, обладая огромным опытом в трудовой деятельности, творческим и интеллектуальным потенциалом, они вносят весомый вклад в жизнь семьи, общества, государства. Таким образом, сохранение здоровья женщины в зрелом возрасте, предупреждение и компенсация последствий эстрогенного дефицита, системных метаболических и сосудистых нарушений, возникающих с наступлением менопаузы, являются актуальными и экономически значимыми задачами здравоохранения [1, 2, 3, 5].

Согласно классификации климактерических расстройств выделяют 3 группы.

I группа – *ранние симптомы*: вазомоторные (приливы жара, ознобы, повышенная потливость, головные боли, гипотония или гипертензия, учащенное сердцебиение); эмоционально-вегетативные (раздражительность,

сонливость, слабость, беспокойство, депрессия, забывчивость, невнимательность, снижение либидо).

II группа – *средневременные*: урогенитальные (сухость во влагалище, боль при половом сношении, зуд и жжение, уретральный синдром, цисталгия, недержание мочи); кожа и ее придатки (сухость, ломкость ногтей, морщины, сухость кожи, выпадение волос); сексуальная дисфункция.

III группа – *поздние обменные нарушения*: сердечно-сосудистые заболевания (атеросклероз), постменопаузальный остеопороз, остеоартриты, болезнь Альцгеймера [4].

Факторы, влияющие на наступление менопаузы, не вполне ясны. Предполагают, что семейные или наследственные факторы имеют наибольшую прогностическую ценность. Как справедливо заметили С.В. Юренева и Л.М. Ильина (2014), «ведение женщин в постменопаузе нередко подразумевает решение главной дилеммы: назначать гормональную терапию конкретной пациентке или нет? Начнем с того, что в последних рекомендациях Международного общества по менопаузе (International Menopause Society (IMS) используется термин «менопаузальная гормональная терапия» (МГТ), а не привычная нашему слуху «заместительная гормональная терапия» (ЗГТ) [1].

Таким образом, женщины, которым МГТ назначена в период ранней постменопаузе по поводу различных менопаузальных симптомов, могут получить множество дополнительных «бонусов», повышающих качество жизни, в т. ч. связанное со здоровьем, а также общее благополучие».

Список использованных источников:

1. Юренева С.В., Ермакова Е.И. Ведение женщин с менопаузальными расстройствами (обзор клинических рекомендаций). Проблемы репродукции. 2017;23(5):115-122.
2. Black A, Guilber E, Costescu D. Sogc clinical practice guideline. Canadian Contraception Consensus (Part 3 of 4): Chapter 7 — Intrauterine Contraception. No. 329. J Obstet Gynaecol Can. 2016;38(2):182-222.
3. Cummings SR, Ettinger B, Delmas PD. for the LIFT Trial Investigators. The effects of tibolone in older postmenopausal women. N Engl J Med. 2008;359:697-708.
4. de Villiers TJ, Pines A, Panay N, et al. on behalf of the International Menopause Society. Updated 2013 International Menopause Society recommendations on menopausal hormone therapy and preventive strategies for midlife health. Climacteric, 2013, 16: 316-337.

5. Harlow SD. Executive summary of the stages of reproductive aging workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. Menopause. 2012;19:387-395 Maki PM. Critical window hypothesis of hormone therapy and cognition: a scientific update on clinical studies. Menopause. 2013 Jun;20(6):695-709.

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕНЩИН В ПОСТМЕНОПАУЗЕ И ИМЕЮЩИЕ ПОСТКОВИДНЫЙ СИНДРОМ

Д.Ю. Каримова[1], Н.В. Яговкина[2]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России, г. Киров, РФ

Резюме. Старение населения, т.е. увеличение доли лиц старшего трудоспособного возраста, затрагивает все развитые страны и все континенты. Следует отметить, что возраст старшего трудоспособного согласно классификации ВОЗ - старше 50 лет. В Российской Федерации, как и в других странах, старшее поколение составляет особую социально- демографическую группу населения, имея собственные нужды и потребности. Особенно это характерно для женского населения в периоде постменопаузе, когда идет перестройка всего организма и на который именно в этот период может негативно влиять различные инфекции, в частности короновирусная инфекция.

Ключевые слова: женщины в постменопаузе, постковидный синдром, социально- гигиеническая характеристика.

Введение. Категория людей неоднородна, что определяется биологическими и социальными возможностями и потребностями, региональными и другими особенностями их жизнедеятельности и зависит от общих изменений в социальном статусе данной социально- демографической группы населения.

Доля женщин старше 50 лет колеблется по регионам Российской Федерации. Длительное снижение уровня рождаемости, региональные различия в возрастной структуре и другие факторы, способствовавшие старению населения, особенно сильно проявились в ряде регионов

европейской части страны (Центральный, Центрально-Черноземный). Данные статистических материалов по показателю старения населения в Российской Федерации свидетельствуют о том, что первое место среди территориальных регионов принадлежит Тульской области (24,5%), второе место Рязанской области (24,0%), третье место – Воронежской области (23,5%), четвёртое – Липецкой (22,8%), а пятое – Московской области (21,9%) [1].

Население старше 60 лет и население старше трудоспособного возраста (старше 50 лет) не имеет тенденции к снижению, доля женщин старше трудоспособного возраста сократилась на 7,0%, однако, каждым шестым среди населения является пожилая женщина. В 2015-2020 годах в возрастной структуре женщин старше трудоспособного возраста первые три места распределились возрастные группы: 50-54 лет, 55-59 лет. В последующие 2021, 2022, 2023, годы эти места распределились среди следующих возрастных групп: 60-65 лет, 66-70 лет. Причем, доля этих групп все годы от 57,5% до 63,1%, т.е. более половины всех женщин старше трудоспособного возраста и пожилых [2, 3].

Результаты. При изучении медико-демографической характеристики женщин старше трудоспособного возраста (старше 50 лет) были проанализированы следующие показатели: возрастная структура, семейное положение, возраст вступления в брак, в каком браке состояла женщина и другие.

Полученные данные о распределении женщин по возрасту показывают, что наибольшее число женщин в постменопаузе (ПМП) с постковидным синдромом (ПКС) относились к возрасту 60 лет и старше (56,2%), остальные были в возрасте старше 50 лет – 43,8%. Средний возраст всех обследованных женщин составил 67,2±6,1 года.

В настоящее время имеются факторы, которые влияют на формирование семьи. Женщине должна быть предоставлена возможность гармонического развития, что повышает её роль в семье – в обществе. Возраст вступления в брак, социальная принадлежность, образовательный уровень, социально-экономический статус – всё это является важнейшими характеристиками социального положения семьи, тем самым определяет её образ жизни. Ответственным моментом в жизненном цикле семьи является возраст вступления в брак. Выявлено, что большинство пожилых вышли замуж в возрасте до 26 лет – 68,5%, т.е. в возрасте, который считается акушерами-гинекологами наиболее благополучным для беременности и родов. Среди факторов, отрицательно влияющих на рождение и развитие ребенка, являются

негативные семейные условия, к ним относится и то, что женщина не состоит в браке, т.е. она является одинокой.

Вывод. Таким образом, состояние одиночества является реакцией личности на дефицит качества и количества общения, ограничения эмоциональных и социальных связей человека, следствием неудовлетворенности в необходимости общения. Одиночество женщин как старше 50 лет, так и пожилых женщин является важной социальной проблемой. Одинокие пожилые женщины относятся к группе социального и медицинского риска, подлежащие активному динамическому наблюдению и помощи органов государственной власти.

Список использованных источников:

1. Худоярова ДР, Ганиева АБ, Холмуродова ХХ, Ходжиева КФ. Влияния COVID- 19 и вакцинации против COVID-19 на менструальную функцию и на менструальный цикл женщин. Scientific Approach to the Modern Education System. 2022;1(5):72-6.
2. Cummings SR, Ettinger B, Delmas PD. for the LIFT Trial Investigators. The effects of tibolone in older postmenopausal women. N Engl J Med. 2008;359:697-708.
3. Harlow SD. Executive summary of the stages of reproductive aging workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. Menopause. 2012;19:387-395 Maki PM. Critical window hypothesis of hormone therapy and cognition: a scientific update on clinical studies. Menopause. 2013 Jun;20(6):695-709.

РЕЗУЛЬТАТЫ СОПОСТАВЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ИМПЕДАНСОМЕТРИИ С ДАННЫМИ ИЗМЕРЕНИЯ САТУРАЦИИ ПРИ КЛИНИЧЕСКОМ ОСМОТРЕ КРОЛИКОВ

В.И. Кезик, Д.Б. Комаров, Н.А. Богданенко

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Для оценки функционального состояния органа дыхания экспериментальных животных используются разные методы. Сопоставление

и верификация их при изучении травмы легких является актуальной задачей [1, 2]. Представляет интерес сопоставить показатели сатурации животных перед декапитацией и результаты акустической импедансометрии дыхательного тракта [3, 4].

Метод акустической импедансометрии, использующий модифицированный метод двух микрофонов, основан на сопоставлении параметров прямой и отраженной от дыхательной системы звуковой волны низкочастотного диапазона [3]. В результате анализа параметров акустического поля, формирующегося в волноводе, к которому присоединена трахея легких кролика, рассчитываются резонансные характеристики дыхательного тракта кроликов. Резонансные характеристики включают значения резонансной частоты и максимальное значение коэффициента поглощения звука на этой частоте. Резонансная частота дыхательной системы косвенно связана с жизненной ёмкостью легких. Помимо резонансных характеристик метод позволяет рассчитывать диссипативные параметры легких, характеризующие проводимость дыхательного тракта. Резонансные характеристики используются для оценки воздействия повреждающих факторов на легкие, а диссипативные для оценки безопасных условий.

Пониженная сатурация свидетельствует о снижении диффузии кислорода из легких в кровоток, что может быть вызвано уменьшением дыхательного объема легких. В свою очередь, уменьшение дыхательного объема при прочих равных условиях приводит к увеличению резонансной частоты дыхательного тракта [3, 5]. Можно ожидать, что при пониженной сатурации будет регистрироваться увеличенное по сравнению с нормой значение резонансной частоты дыхательного тракта. Значения «нормы» резонансных частот и коэффициента поглощения дыхательного тракта определены по проведенным ранее обследованиям 38 здоровых кроликов. При статистически значимом ($p<0,05$) изменении резонансной частоты и коэффициента поглощения считаем, что лёгкие кроликов повреждены. В качестве критерия состояния легких по измерениям сатурации предварительно положим, что если её величина меньше либо равна 90%, то это свидетельствует о значимых изменениях состояния легких.

Медико-биологические исследования по изучению баротравмы уха и баротравмы легких, с одновременными измерениями сатурации и показателей акустической импедансометрии, проведены на 48 кроликах. Из них контроль составил 8 кроликов. Баротравму легких получили 13 кроликов, баротравму уха – 27 кроликов.

Сопоставление всех данных акустической импедансометрии и пульсоксиметрии свидетельствует о совпадении оценок в 83,3% (40/48) случаях (последняя строка таблицы). В таблице 1 приведены результаты сопоставления оценки состояния легких по показателю сатурации и акустической импедансометрии для животных получивших баротравму уха и легких.

Таблица 1 – Совпадение оценок состояния легких кроликов по измерениям сатурации и акустической импедансометрии

Вид	Количество кроликов	Количество совпадений	% совпадений
Контроль	8	7	87,5
Баротравма легких	13	9	69,2
Баротравма ушей	27	24	88,8
Баротравма легких с контролем	21	16	76,2
Все кролики	48	40	83,3

У животных контрольной группы совпадение оценок составило 87,5%. Максимальное количество совпадений зарегистрировано у кроликов, получивших баротравму уха – 88,8%. У кроликов с баротравмой легких, совместно с группой контроля, совпадение оценок состояния легких составило 76,2%.

Таким образом, зарегистрирована сильная связь между оценками состояния легких по результатам измерений сатурации и акустической импедансометрии, что свидетельствует об информативной диагностической ценности обоих методов.

Список использованных источников:

1. Кезик В.И., Драган С.П., Ивашин В.А., Богомолов А.В. Сравнительный анализ методов диагностики состояния органа дыхания у экспериментальных животных // Медицина катастроф. 2024. № 3. С. 55-60.
2. Кезик В.И., Драган С.П., Ивашин В.А. Верификация методов оценки функционального состояния органа дыхания экспериментальных животных (кроликов). В сборнике материалов международного научно-

практического форума молодых учёных и специалистов «Ильинские чтения 2024». – М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2024. – С. 178-181.
3. Драган С.П., Кезик В.И., Богомолов А.В. Физиологические аспекты импедансометрии легких // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2022. – № 2. – С. 181-190.
4. СТО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России № 05-34/ЦСИ-2024 Оценка действия травматических факторов и неионизирующих излучений на состояние структуры легких подопытных животных. – М., 2024. – 36 с.
5. Кирюхина Л.Д., Каменева М.Ю., Новикова Л.Н. Возможности импульсной осциллометрии в диагностике рестриктивного варианта вентиляционных нарушений // Международный научно-исследовательский журнал. Екатеринбург. 2017. № 05 (59). Часть 2. Май. С. 136-141.

СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНАЯ ФРАКЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КЛЕТОЧНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ КЛИНИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

И.В. Кобзева, Т.А. Астрелина, Ю.Б. Сучкова,
В.А. Никитина, Д.Ю. Усупжанова В.А. Брунчуков,
О.Г. Михадаркина, Т.Ф. Маливанова, К.А. Филимонов,
С.С. Хромина, А.С. Самойлов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Уникальный состав стромально-васкулярной фракции (СВФ) жировой ткани, представляющий собой гетерогенный пул клеток и клеточный матрикс, позволяет специалистам различных клинических специальностей рассматривать СВФ в качестве одного из наиболее инновационных решений в регенеративной медицине. Этот сложный биологический продукт, получаемый из обработанной жировой ткани, состоит из уникального набора клеток и внеклеточного матрикса, что делает его универсальным инструментом для персонализированной терапии. СВФ обеспечивает восстановление поврежденных тканей, снижает воспаление и стимулирует

образование новых сосудов, открывая широкие перспективы в лечении заболеваний опорно-двигательного аппарата, заживлении глубоких кожных и слизистых дефектов, а также в пластической хирургии, лечении ожогов и других медицинских сферах. На свойства СВФ существенно влияют множество факторов: состояние здоровья донора, стадия патологического процесса, методика извлечения жировой ткани, способы ее обработки и введения. Поэтому создание научно обоснованных стандартов и масштабное внедрение СВФ в клиническую практику требуют проведения крупных исследований, что становится важнейшей задачей для специалистов в этой области.

Целью нашего сообщения является представление результатов работы центра по обработке и подготовке жировой ткани для персонифицированного применения.

Материалы и методы. С сентября 2015 года по 2024 года, в соответствии с этическими нормами и на основании медицинской лицензии на забор, обработку и трансплантацию клеток и тканей, у 142 пациента проводился забор жировой ткани методом шприцевой липосакции из нижней трети передней брюшной стенки. Процедура выполнялась в асептических условиях с целью получения клеточных продуктов для терапевтического использования (n=92) или криоконсервации жировой ткани в качестве биологического резерва (n=50). Средний возраст пациентов составил 55 лет (36; 59). Средний объем полученного липоаспирата – 226±126 мл, который затем подвергался первичной обработке для выделения отмытой жировой ткани (ОЖТ).

Для получения персонализированного клеточного продукта, ОЖТ подвергалась ферментативной обработке, а для криоконсервации – введению криопротектора, замораживанию и хранению в парах жидкого азота. Качество криоконсервированного материала оценивалось на тестовых аликвотах биоматериала, размораживаемых для выделения стромально-васкулярной фракции (СВФ). Анализ клеточной суспензии СВФ включал подсчет ядросодержащих клеток, определение их иммунологических маркеров методом проточной цитометрии (BD FACS Canto, США) с использованием моноклональных антител (CD146, CD31, CD45, CD34, CD105, CD90, CD73), оценку жизнеспособности (краситель 7–AAD, BD Bioscience, США), а также тестирование способности клеток к образованию первичных культур, пролиферации и дифференцировке в остеогенном и хондрогенном направлениях.

Результаты. СВФ была успешно выделена у 92 пациентов с различными патологиями, включая повреждения опорно-двигательного аппарата, термические травмы, радиационные поражения кожи, склероатрофический лихен, эректильную дисфункцию и комбинированные травмы. Иммунологические маркеры клеточной суспензии подтверждали принадлежность клеток к СВФ: до 29% клеток экспрессировали CD146, до 47% – CD34, около 60% – CD105 и более 30% – CD31. Лейкоциты составляли 22,1±14,25% популяции, перициты – 8,9±7,6%, супраадвентициальные стромальные клетки – 18,4±10,2%, эндотелиальные клетки – 19,7±10,1%.

СВФ была использована в 100% случаев. Первичные клеточные культуры удавалось получить у всех пациентов, демонстрируя остеогенный и хондрогенный потенциал на третьем пассаже. Анализ контрольных образцов криоконсервированной жировой ткани (n=23) выявил снижение жизнеспособности ядросодержащих клеток до 70%, при этом сохранялась экспрессия ключевых иммунологических маркеров. Однако изменялся клеточный состав за счет снижения доли лейкоцитов и эндотелиальных клеток. В ходе культивирования клеток из криоконсервированной СВФ удалось получить первичные культуры, хотя сроки выхода на первый пассаж увеличивались. Пролиферативная активность и дифференцировочный потенциал таких клеток соответствовали нативным образцам.

Выводы. Применение стандартизированных методов забора, обработки и контроля качества СВФ позволяет использовать клеточный продукт в качестве для лечения тяжелых заболеваний. Криоконсервация жировой ткани открывает возможности биологического резервирования, снижает необходимость повторных инвазивных процедур для повторного получения СВФ и обеспечивает материал для производства биомедицинских клеточных продуктов (БМКП). Однако использование СВФ в клинической практике в большинстве клиник носит экспериментальный характер, несмотря на ее включение в перечень объектов трансплантации в 2018 году. Отсутствие масштабных рандомизированных исследований и нормативно-правовой базы препятствует повсеместному внедрению СВФ в клинические рекомендации для лечения сложных патологий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ И ЗРИТЕЛЬНОЙ ПАМЯТИ У ПАЦИЕНТОВ С ОПЕРИРОВАННЫМИ ОПУХОЛЯМИ ЗАДНЕЙ ЧЕРЕПНОЙ ЯМКИ В ПЕРИОДЕ РЕМИССИИ

А.Б. Лавер, С.И. Рычкова, Н.И. Курышева

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. В настоящее время повышение качества методов диагностики и лечения обусловливают тенденцию к увеличению числа пациентов с благополучным исходом хирургического и консервативного лечения опухолей головного мозга, находящихся в периоде ремиссии [1, 2]. В связи с этим очевидна важность длительного динамического наблюдения таких пациентов, включающего оценку показателей пространственного восприятия и зрительной памяти).

Цель – изучить состояние пространственного восприятия и зрительной памяти у пациентов с оперированными опухолями задней черепной ямки.

Материалы и методы. Под наблюдением находилось 29 пациентов в возрасте от 8 до 23 (в среднем 12,9±0,7) лет с оперированными опухолями задней черепной ямки (ЗЧЯ), находящихся в периоде ремиссии и проходящие курсы реабилитационных занятий в лаборатории нейропсихологии НИИ развития мозга и высших достижений РУДН. Контрольная группа включала 67 обследованных без офтальмологической и соматической патологии в возрасте от 7 до 18 (в среднем 11,9±0,7) лет.

Наряду со стандартными офтальмологическими исследованиями во всех группах оценивали состояние пространственного восприятия по выраженности стереокинетического эффекта (СЭ) в бинокулярных и монокулярных условиях наблюдения, а также состояние зрительной памяти.

Выраженность СЭ исследовали при помощи компьютерной программы, разработанной Жмуровым М.В. (2019), вызывающей ощущение глубины при наблюдении вращающегося на экране монитора со скоростью 60 об/мин кольцевого изображения с радиусом 10 см и смещением центра кольцевых элементов относительно центра изображения (эксцентриситетом) 0,4 [3].

Состояние зрительной памяти оценивали при помощи компьютерной программы «Экспо» (ИППИ РАН им. А.А. Харкевича). Использовали два

варианта стимулов, предъявляемых на экране монитора: 1) ахроматичные (при длительности предъявления каждого стимула 0,4 с и 2 с); 2) цветные (при длительности предъявления также 0,4 с и 2 с). Сначала предъявляли на экране монитора серию из 10 стимулов, затем каждый стимул на экране предъявляли отдельно, и обследуемого просили определить – видел он его уже или нет. Результат оценивали в баллах (максимальный результат 10 баллов, минимальный 0 баллов).

Результаты. Полученные результаты исследования СЭ и зрительной памяти представлены на диаграммах (рис. 1, 2).

Рисунок 1 – Результаты исследования стереокинетического эффекта у пациентов с оперированными опухолями задней черепной ямки и обследованных контрольной группы,
* p<0,05, ** p<0,001

Анализируя представленные данные, нужно отметить, что при исследовании СЭ в группе пациентов с оперированными опухолями ЗЧЯ бинокулярные показатели были достоверно выше (p<0,05), а монокулярные показатели достоверно ниже (p<0,001), чем в контрольной группе. Выраженность СЭ в монокулярных и бинокулярных условиях наблюдения в группе с оперированными опухолями ЗЧЯ были сопоставимы (p>0,05) с тенденцией к увеличению в бинокулярных условиях. Такие соотношения

показателей свидетельствуют о доминировании монокулярного механизма пространственного восприятия у пациентов с оперированными опухолями ЗЧЯ.

Рисунок 2 – Результаты исследования зрительной памяти у пациентов с оперированными опухолями задней черепной ямки и обследованных контрольной группы, * $p<0,01$

При анализе показателей зрительной памяти наблюдается закономерная тенденция в обеих группах – более высокие значения для цветных стимулов, чем для ахроматичных и для относительно медленного их предъявления, чем для быстрого. При этом достоверное «отставание» показателей пациентов с оперированными опухолями ЗЧЯ от показателей контрольной группы отмечается для ахроматичных стимулов при длительности их предъявления 0,4 с и для цветных стимулов при длительности их предъявления 2 с.

Заключение. Таким образом у пациентов с оперированными опухолями ЗЧЯ в периоде ремиссии наблюдается снижение показателей зрительной памяти и патологическое изменение соотношений бинокулярного и монокулярного механизмов пространственного восприятия. Это указывает на необходимость регулярного, длительного и детального мониторинга состояния зрительных функций, включая зрительную память и пространственное восприятие, у таких пациентов в периоде ремиссии.

Список использованных источников:

1. Карташев А.В., Виноградова Ю.Н., Бочкарева Т.Н., Ростовцев Д.М. Социально-экономическое бремя злокачественных опухолей головного мозга. Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования. 2023;5: 15-24.
2. Sacks P., Rahman M. Epidemiology of brain metastases. Neurosurg Clin N Am. 2020; 31: 481–488. doi: 10.1016/j.nec.2020.06.001
3. Рычкова С.И., Сандимиров Р.И., Кособуцкая Л.В. Зависимость стереокинетического эффекта от скорости вращения и эксцентриситета тестового изображения у детей с частичной атрофией зрительного нерва. Физиология человека. 2019;45(4):13-22. doi:10.1134/S0131164619040143

КОРРЕКЦИЯ СИНДРОМА ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ ПРИ ЧРЕСКОЖНЫХ КОРОНАРНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

И.Г. Лобаченко[1], Н.Ю. Семиголовский[1,2], И.С. Симутис[1,3], М.С. Данилов[1,3], Д.С. Салыгина[1], С.В. Лыточкина[3]

[1]ФГБУ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]СПбГУ, г. Санкт-Петербург, РФ
[3]ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Введение. Ишемическая болезнь сердца (ИБС) остается одной из ведущих причин заболеваемости и смертности в мире, что делает ее значимой проблемой общественного здравоохранения. Для пациентов с ИБС часто требуется проведение чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ), что способствует восстановлению кровотока в ишемизированных участках миокарда. Однако процедура ЧКВ сопряжена с риском развития синдрома ишемии-реперфузии (СИР), который может вызвать дальнейшее повреждение сердечной мышцы. В последние десятилетия ученые активно исследуют кардиопротективные препараты, нацеленные на снижение негативного

воздействия СИР и улучшение функциональных исходов у пациентов. Одним из перспективных направлений в профилактике является предоперационная инфузионная терапия, которая содействует защите миокарда во время операции, улучшая его выживаемость и функциональное состояние. Актуальность исследования методов защиты миокарда от СИР в контексте ЧКВ открывает новые перспективы для улучшения качества жизни пациентов с ИБС и уменьшения риска осложнений при вмешательстве.

Цель исследования: оценить влияние состава предоперационной инфузионной терапии на частоту возникновения осложнений при ЧКВ.

Материал и методы. В отделении кардиологии, операционном блоке и отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) проведено проспективное исследование. В исследование был включен 51 пациент, которым была выполнена ЧКВ. Выделено 2 группы: 26 пациентов, которым перед оперативным вмешательством был введен внутривенно капельно раствор Рингера и 25 пациентов, получившие Реамберин. Характер распределения физикальных данных и сопутствующих заболеваний в группах значимо не различался. Распределение характера ЧКВ и видов анестезий в группах было сходным. Оценивались первичные конечные точки: смертность на 14 и 30 сутки, тромботические осложнения, длительность пребывания в ОРИТ и в стационаре. Вторичные конечные точки: ЭКГ, ЭХО-КГ; тропонин, креатинфосфокиназа (КФК), МВ-фракция креатинфосфокиназы (КФК-МВ) крови. Показатели оценивались в 3 этапа: предоперационно в отделении кардиологии, нулевые и первые сутки после ЧКВ в ОРИТ. На этапах 4 и 5 оценивалась только смертность. Сравнение количественных данных между группами в исходном статусе и на этапах проведено при помощи Т-критерия Вилкоксона, бинарных - при помощи точного критерия Фишера. Корреляционный анализ проводился с помощью ро-критерия Спирмена. Статистически значимым считался результат с $p<0,05$.

Результаты. При оценке летальности, частоты тромботических осложнений и сроков госпитализации значимых различий в группах не найдено: в группе раствора Рингера было зафиксировано 2 летальных исхода в пределах 14 суток после ЧКВ, в группе Реамберина – 0 ($p=0,06$).

При изучении вторичных конечных точек статистически значимые различия в группах получены только в отношении КФК и градиента давления на лёгочном клапане.

На 2 этапе (0 сутки после ЧКВ) в группе раствора Рингера КФК наросла в среднем на 214,4%, а в группе Реамберина снизилась в среднем на 18,7% (p=0,013).

На 3 этапе (1-е сутки после ЧКВ), по данным ЭХО-КГ, выявлено, что в группе Реамберина градиент давления на легочном клапане снизился до исходных значений более значимо: исходно среднее 2,6 мм рт. ст., на втором этапе среднее 2,9 мм рт. ст. и на третьем 2,7 мм рт. ст. А в группе, получившей раствор Рингера – наоборот – градиент давления на лёгочном клапане нарос: изначально среднее давление – 3,0 мм рт. ст., на втором этапе среднее – 3,1 мм рт. ст. и на третьем – 3,5 мм рт. ст. (p=0,01). При анализе других показателей не выявлено достоверных различий, но было отмечено, что в группе, получившей Реамберин, по сравнению с группой раствора Рингера, ниже оказалась частота возникновения желудочковых экстрасистол: на 2-м этапе в группе Реамберина – 8,0%, в группе раствора Рингера – 23,1% (p=0,051); на 3-м этапе – 12,0% и 34,6% соответственно (p=0,051). Динамика средних уровней тропонина и КФК-МВ также имела различия в группах: в группе раствора Рингера тропонин нарос в среднем на 700%, а в группе Реамберина – на 200% (p=0,051), средняя активность КФК-МВ на 84,0% и на 30,4% соответственно (p=0,052).

Заключение. В проведенном исследовании не удалось продемонстрировать статистически значимые различия в первичных конечных точках между группами: уровни смертности, тромботических осложнений и сроки госпитализации в отделении реанимации и стационаре не показали достоверных изменений. Тем не менее, по оценке вторичных конечных точек наблюдаются улучшения в группе пациентов, получавших Реамберин: динамика показателей ЭКГ, ЭХО-КГ, а также средних уровней биохимических маркеров (тропонин, КФК и КФК-МВ) продемонстрировала более благоприятные сдвиги показатели в этой группе по сравнению с группой пациентов, получавших раствор Рингера. Эти данные указывают на потенциальную кардиопротективную эффективность Реамберина во время периода реперфузии. Результаты указывают на необходимость дальнейших исследований для более глубокого понимания кардиопротективных механизмов препарата при СИР и перспективах его использования в клинической практике для улучшения исходов ЧКВ в лечении пациентов с ИБС.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТОВ ОЦЕНКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ЛИПИДОВ С УЧЕТОМ ПОЛИГЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

А.А. Мамчур[1], М.В. Бруттан[1], В.В. Даниэль[1],
Д.А. Каштанова[1], Е.А. Зеленова[1], И.Х. Джуманиязова[1],
М.В. Иванов[1], Л.Р. Маткава[1], О.И. Блинова[1],
С.И. Митрофанов[1], Л.А. Голубникова[1], Н.А. Кумар[1],
Е.Д. Маралова[1], А.С. Шингалиев[1], М.В. Ежов[2],
А.Н. Мешков[2,3], У.В. Чубыкина[2], О.А. Погорелова[2],
М.И. Трипотень[2], Т.В. Балахонова[2], А.А. Вискова[2],
М.С. Комарова[2], Т.М. Гурциев[2], Н.В. Гомыранова[2],
Ю.С. Воробьева[2], А.Г. Хотулева[4], М.М. Коляскина[4],
В.С. Юдин[1], В.В. Макаров[1], А.А. Кескинов[1],
Л.П. Кузьмина[4], С.А. Бойцов[2], С.М. Юдин[1],
В.И. Скворцова[5]

[1]ФГБУ «ЦСП» ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России, г. Москва, РФ
[3]ФГБУ «НМИЦ ТПМ» Минздрава России, г. Москва, РФ
[4]ФГБНУ «НИИ МТ», г. Москва, РФ
[5]ФМБА России, г. Москва, РФ

Сердечно-сосудистые заболевания, в особенности ишемическая болезнь сердца (ИБС), на протяжении многих лет остаются наиболее частой причиной смерти в Российской Федерации. Одной из их причин является дислипидемия – нарушение липидного обмена в организме. Управление уровнем липидов позволит скорректировать риск ССЗ у населения и снизить уровень смертности. Целями данного исследования стали изучение генетической основы полигенной дислипидемии на обширной выборке жителей Российской Федерации и разработка инструментов прогнозирования индивидуальных рисков на основе полученных данных.

Для поиска генетических вариантов, связанных с уровнем общего холестерина, был проведен полногеномный поиск ассоциаций (GWAS) с участием 8732 людей от 18 до 75 лет. Все они не принимают препараты для

снижения уровня липидов, а также не имеют патогенных и вероятно патогенных вариантов, связанных с семейной гиперхолестеринемией. GWAS проводился при помощи линейной регрессии, где целевой переменной выступал уровень общего холестерина, а в качестве ковариат вводились пол, возраст, ИМТ и 10 первых главных компонент, учитывающих популяционную структуру. Значимо ассоциированными с целевой переменной считались варианты с p-value $<5{,}0\cdot10^{-8}$. В результате полногеномного поиска ассоциаций с уровнем общего холестерина обнаружено 142 значимых полиморфизма в генах *HMGCR, CERT1, POLK, ANKDD1B, APOC3, BCL3, CBLC, BCAM, NECTIN2, TOMM40, APOE, APOC1, APOC4, SMARCA4* и межгенных участках.

Дополнительно были проведены аналогичные исследования отдельно для мужчин и женщин для проверки гипотезы о различных молекулярно-генетических механизмах дислипидемии у представителей разных полов. При сравнении этих исследований была показала общая корреляция результатов GWAS для мужчин и женщин во всем геноме, кроме участка 19 хромосомы, соответствующего генам *SMARCA4* и *LDLR*, ассоциация которых с уровнем общего холестерина была показана только для женщин. Таким образом, генетическая архитектура холестеринового обмена у мужчин и женщин имеет как схожие, так и различные паттерны, что должно быть учтено при оценке генетических рисков.

На основе результатов проведенных GWAS получены три полигенных шкалы, предсказывающих уровень общего холестерина для всей выборки, а также отдельно для мужчин и женщин. В модели в качестве предикторов входили значимые и субзначимые полиморфизмы с p-value $<10^{-7}$, встречающиеся с частотой не менее 2%, а также ковариаты из соответствующих GWAS. Выборка, ранее использованная для проведения соответствующего полногеномного исследования, делилась на обучающую и тестовую в соотношении 4:1. Для построения модели, предсказывающей уровень холестерина, использован алгоритм случайного леса, что позволяет учитывать нелинейные взаимодействия предикторов. Для итоговых моделей были получены следующие коэффициенты детерминации на тестовых выборках: 0,144 (общая выборка), 0,093 (мужчины), 0,078 (женщины).

Для изучения ассоциации между значением полигенной шкалы и сердечно-сосудистыми заболеваниями использована выборка отдельно набранных пациентов (3 954 человека), которые прошли полноценное кардиологическое обследование имели поставленный врачом диагноз.

Рассмотрена ассоциация предсказанного нашими полигенными моделями уровня общего холестерина с тремя типами ССЗ: ИБС, атеросклероз, инфаркт миокарда. Результаты предсказаний пол-специфичных полигенных моделей оказались значимо ассоциированы со всеми четырьмя рассмотренными ССЗ. Тогда как для предсказаний, сделанных моделью для всей выборки, не было показано значимых различий между популяцией и выборкой пациентов с инфарктом миокарда. Таким образом, несмотря на то что на тестовой выборке пол-специфичные модели показывают меньшую точность предсказаний, они оказываются более чувствительными к детекции риска ССЗ.

В результате работы представлена концепция индивидуального полигенного профиля (ИПП), который учитывает различные состояния, связанные с изменением вариативных параметров – возраста и ИМТ. Для каждого человека создается сетка значений, соответствующих ИМТ от 15 до 39 кг/м^2 (с шагом 3 кг/м^2) и возрасту от 30 до 80 лет (с шагом 10 лет). Результаты расчета полигенного значения для каждого сочетания ИМТ и возраста визуализируются в качестве набора кривых (рисунок 1). На основе ИПП в совокупности с полученными ранее данными об ассоциациях предсказанного значения с ССЗ сделаны выводы об индивидуальных рисках. Подход ИПП позволит персонализировать рекомендации относительно образа жизни для людей с различным уровнем генетического риска, а также определить группу людей, наиболее подверженных дислипидемии в раннем возрасте, и предпринять превентивные меры.

Рисунок 1 – Индивидуальный полигенный профиль, основанный на прогнозировании уровня общего холестерина и оценке сопутствующего риска ССЗ

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕРАПИИ САРКОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ CAR-T МЕТОДА

А.В. Нарыков, Ю.Г. Трофименко,
Т.В. Серебров, Д.Н. Астахов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. CAR-T сарком – это инновационный подход в иммунотерапии опухолей, основанный на модификации донорских Т-лимфоцитов с целью воздействия на специфические опухолевые антигены реципиента. В то время как эта технология продемонстрировала значительный успех при гематологических злокачественных опухолях, ее применение при солидных опухолях, таких как саркомы, все еще находится в стадии изучения.

Применение CAR-T терапии при лечении сарком ассоциировано с определёнными сложностями из-за ограниченного числа специфических мишеней, трудностей с инфильтрацией Т-клеток в солидные опухоли и иммуносупрессивного микроокружения опухоли.

Цель: определить возможные точки приложения, а также осложнения, связанные с проведением CAR-T в ходе лечения сарком.

Результаты и обсуждение. Перспективными мишенями для CAR-T-терапии сарком являются белок HER-2 (экспрессируется в остеосаркомах и рабдомиосаркомах), гликолипидный антиген GD2 (обнаружен в остеосаркоме и саркоме Юинга), белок MAGE-A4 (специфичен для синовиальной саркомы), белок B7-H3 (широко экспрессируется во всех подтипах сарком) и рецептор EphA2 (был выявлен в саркоме Юинга и прочих подтипах остеосарком) [1].

В настоящее время в клинических испытаниях находятся несколько CAR-T препаратов: применение GD2-CAR-T (CAR-T, основанная на таргетном воздействии на белок GD2 сарком путем иммунизации специфическими антителами донорских лимфоцитов) оценивается для поиска терапевтических агентов в каждом конкретном случае лечения остеосаркомы и саркомы Юинга, используя протокол лечения, включающий инфузию Т-клеток после лимфодемоделирующей химиотерапии с циклофосфамидом и флударабином. Результаты показали улучшение контроля над опухолью, хотя побочные

эффекты, такие как синдром высвобождения цитокинов, по-прежнему ассоциированы с терапией.

Роль рецептора HER2 в качестве точки приложения для CAR-T при остеосаркомах оценивал Meenakshi Hegde с командой учёных и получил следующие данные: дозы варьируются от $1 \cdot 10^6$ до $1 \cdot 10^8$ клеток/кг и демонстрируют многообещающие эффекты по уменьшению опухолевых масс, особенно в комбинации с классическими схемами химиотерапевтического лечения. Протокол B7-H3-CAR-T (терапия иммунизированными клетками, направленная на специфическое ингибирование внеклеточного белка B7-H3), направленный на исследования воздействия относительно различных видов сарком, также использует схему лимфодеплеции (процесс снижения количества белых кровяных клеток в процессе химиотерапии).

Шатыров с соавторами в своём исследовании изучают возможность применения схемы MAGE-A4-TCR (Лимфоциты с CAR-рецепторами, подобными TCR, специфическими к антигену MAGE-A4, который является раково-эмбриональным и экспрессируется только в саркомах, используются клеточной терапии с минимальной нецелевой токсичностью) – вид родственной адоптивной клеточной терапии применительно для лечения синовиальной саркомы, показывает обнадеживающие ранние результаты. Преимущества CAR-T-терапии включают высокую специфичность для опухолевых антигенов и длительную активность модифицированных Т-клеток, однако внедрение в широкую клиническую практику новейших протоколов лечения лимитируется такими проблемами, как иммуносупрессивное микроокружение опухоли, риск тяжелых токсических реакций (например, цитокиновый шторм и нейротоксичность (ICANS-синдром)), а также трудности с определением безопасных и специфических мишеней. Текущие исследования направлены на оптимизацию эффективности и безопасности CAR-T терапии при саркомах, что потенциально может сделать ее совершенным инструментом в лечении этих сложных опухолей [2].

ICANS (Immune effector Cell-Associated Neurotoxicity Syndrome) – серьезное неврологическое осложнение, наблюдаемое при CAR-T-терапии, в том числе при лечении саркомы. Он возникает в результате чрезмерной иммунной активации и выброса цитокинов, что приводит к нарушению гематоэнцефалического барьера и последующему воспалению нервной ткани центральной нервной системы. Симптомы включают головную боль, спутанность сознания, афазию, судороги, изменение сознания и, в тяжелых

случаях, отек головного мозга. Хотя при лечении сарком это встречается реже, чем при лечении гематологических заболеваний, риск возрастает при использовании агрессивных схем лимфодеплеции и высоких доз CAR-T агентов. Лечение включает тщательный мониторинг с использованием шкалы ICE и лечение тяжелых случаев кортикостероидами или ингибиторами IL-6, такими как тоцилизумаб [3, 4].

Заключение. CAR-T методика уже на данном этапе своего развития показала значительные преимущества в сравнении с «классической» противоопухолевой лекарственной терапией, что клинически подтверждается снижением всевозможных осложнений, а также большей ассоциацией с полным регрессом опухоли.

Однако, данная методика требует дальнейших исследований с в связи с возможным развитием специфического для CAR-T неврологического осложнения (ICANS) и поиском более персонифицированных методик терапии данного осложнения.

Список использованной литературы:

1. Meenakshi Hegde et al. Autologous HER2-specific CAR T cells after lymphodepletion for advanced sarcoma: a phase 1 trial. Nature Cancer, 2024.
2. Штыров, Е.М. Car T-клеточная терапия как современный метод лечения онкологических заболеваний // Бюллетень науки и практики. 2019. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/car-t-kletochnaya-terapiya-kak-sovremennyy-metod-lecheniya-onkologicheskih-zabolevaniy.
3. Lee, D. W., Santomasso, B. D., Locke, F. L., et al."ASTCT Consensus Grading for Cytokine Release Syndrome and Neurologic Toxicity Associated with Immune Effector Cells." Biology of Blood and Marrow Transplantation, vol. 25, no. 4, 2019, pp. 625–638.
4. Sterner RC, Sterner RM. Immune effector cell associated neurotoxicity syndrome in chimeric antigen receptor-T cell therapy. Front Immunol. PMCID: PMC9445841.
5. Саркомы мягких тканей / под ред.: А.Д. Карина [и др.]. – Москва.: АБВ-пресс, 2024. – 320 с.
6. Егоренков, В. В. - САРКОМЫ МЯГКИХ ТКАНЕЙ // Злокачественные опухоли. 2023. №3s2-1. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sarkomy-myagkih-tkaney.

СИСТЕМА АННОТИРОВАНИЯ ДЕРМАТОСКОПИЧЕСКИХ СНИМКОВ НОВООБРАЗОВАНИЙ КОЖИ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПОЗНАВАНИЯ ПИГМЕНТНЫХ УЗОРОВ

В.Г. Никитаев[1], А.Н. Проничев[1],
В.Ю. Сергеев[2], В.С. Козлов[1]

[1]НИЯУ МИФИ, г. Москва, РФ
[2]ООО «Клиника дерматологии», г. Москва, РФ

Злокачественные новообразования кожи представляют собой одно из наиболее распространенных групп онкологических заболеваний. При этом примерно 20% таких новообразований представляют собой меланому – опасную, быстро прогрессирующую опухоль. Залогом успешного лечения данного заболевания является его ранняя диагностика.

С целью выявления типа новообразования кожи в дерматологии применяются клинические алгоритмы диагностики, включающие в себя визуальный анализ новообразования с целью оценки его характеристик и структуры. Так, клинический алгоритм модифицированного анализа узора представляет пигментное новообразование как совокупность структурных элементов (так называемых линий, кругов, комков и т.д.) конкретная комбинация которых в совокупности с их характеристиками (цветом, формой и т.д.) указывает на тип новообразования [2]. Для получения высококачественных изображения новообразований кожи и в условиях равномерного освещения с необходимым оптическим увеличением, позволяющих детально изучить новообразование, применяется метод дерматоскопии. При этом цифровые дерматоскопические изображения могут обрабатываться при помощи систем цифровой обработки изображений, с целью автоматизации процесса обнаружения структурных элементов новообразования с применением технологий компьютерного зрения, включая как классические алгоритмы машинного обучения, так и нейронные сети [3].

Качество распознавания объектов на снимках зависит как от применяемой модели обработки, так и от подготовки обучающего набора данных, состоящего из изображений и их разметки. Часто возникает проблема малого объема выборок, приводящая к тому, что модель распознавания

показывает высокие результаты при обучении, но точность ее работы на реальных клинических данных оказывается низкой. Причиной данной проблемы может являться сложность и трудоемкость процесса аннотации медицинских изображений [4].

Целью работы является создание системы аннотирования дерматоскопических снимков, позволяющей автоматизировать процесс формирования обучающих выборок и обучения моделей цифровой обработки изображений.

Была разработана система, включающая инструмент разметки, управления базой аннотированных изображений, а также предоставляющая возможность подключения моделей распознавания для их обучения на сформированной выборке и тестирования результатов.

С помощью данной системы была проведена аннотация 600 дерматоскопических снимков в рамках трех базовых элементов алгоритма модифицированного анализа узора и обучены модели распознавания пигментных узоров, одна из которых базировалась на текстурном анализе, а другая представляла собой сверточную нейронную сеть. Точность распознавания объектов на изображениях составила 74% и 90% соответственно.

В рамках дальнейших исследований планируется увеличение объема изображений и исследование большего набора моделей распознавания.

Список использованных источников:

1. Марченко Б. И., Нестерова О. А., Тарасенко К. С. Злокачественные новообразования в промышленном городе: эпидемиология, современные тенденции и прогноз //Здоровье населения и среда обитания–ЗНиСО. – 2023. – Т. 31. – №. 12. – С. 17-26.
2. Kittler H., Rosendahl C., Cameron A. Primary Diagnostic Algorithms: Pattern Analysis Revised //Atlas of Dermoscopy. – CRC Press, 2022. – pp. 42-49.
3. Nikitaev V. G. et al. An artificial intelligence model for the semantic segmentation of neoplasms on images of the skin //Biomedical Engineering. – 2024. – pp. 1-4.
4. Jones C. et al. A causal perspective on dataset bias in machine learning for medical imaging //Nature Machine Intelligence. – 2024. – Т. 6. – №. 2. – С. 138-146.

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА

Д.А. Никифоров, А.А. Шишов,
С.К. Солдатов, Т.С. Авдеева

ЦНИИ ВВС Минобороны России, г. Москва, РФ

Приоритеты развития средств индивидуальной защиты от физических факторов условий деятельности (СИЗ) определяют облик перспективных СИЗ и, как правило, связываются с улучшением таких характеристик, как: функциональность; конструктивные особенности; возможности изделия при эксплуатации; эргономичность; качество работ, выполняемых с применением СИЗ [1, 2]. В настоящее время, помимо названных, прогресс СИЗ определяют приоритеты, предполагающие улучшение характеристик СИЗ за счет применения цифровых технологий [1, 3, 4].

Цифровые СИЗ отличаются тем, что при их проектировании реализуется киберфизический подход. То есть помимо выполнения своих прямых защитных функций обеспечивают: измерение показателей состояния пользователя в реальном времени; автоматическое позиционирование работника на территории предприятия (организации); автоматическую регистрацию и предупреждение нарушений требований охраны труда [1]. Такие СИЗ снабжены набором специальных датчиков: GPS/ГЛОНАСС, GSM, гироскоп, акселерометр и другие. Эти датчики обеспечивают, в том числе, автоматическую фиксацию местонахождения работника на открытых площадках и в помещениях, факта падения работника, получения им удара. Их применение обеспечивает автоматический контроль безопасности работников; оповещение работодателя о получении удара или падении работника; предупреждение о нахождении работника в опасных «красных» зонах; автоматическую фиксацию наличия СИЗ; автоматическое измерение различных показателей состояния и анализ статистических данных о времени активной деятельности работника.

Применение при разработке СИЗ «умных» тканей и материалов, обеспечивающих реализацию физических сенсорных функций (растяжения, деформации, изгиба токопроводящего текстильного полотна); применение химических сенсорных функций (обнаружение токсичных химических

соединений в окружающей среде, детекцию различных биомаркеров, позволяющих на ранней стадии обнаружить изменение состояния человека); применение электрофизиологических сенсорных функций (непрерывный мониторинг состояния человека) [5]. Реализация таких решений позволяет улучшить характеристики СИЗ за счет новых возможностей мониторинговых и коммуникационных функций: мониторинг состояния человека (частота пульса, частота дыхания, число пройденных шагов, число потраченных калорий и т.п.); мониторинг осанки и мышечной активности; возможность подключения к мобильному приложению для реализации обратной связи в режиме реального времени и т.п. Несмотря на большие преимущества, к основным недостаткам «умных» тканей и материалов одежды относятся высокая стоимость, необходимость использования источника питания компонентов, недостаточная точность некоторых датчиков и функций отслеживания по сравнению с сертифицированными медицинскими устройствами. Отмеченные недостатки определяют, что на современном этапе применение «умных» тканей и материалов целесообразно при разработке новых и/или модифицированных образцов СИЗ на этапе их проектирования и испытаний.

Применение при разработке СИЗ объемных (3d) сканеров тела, позволяющих автоматически определять антропометрические данные сотрудника, вычислять ключевые параметры, которые затем сопоставляются с размерной сеткой производителя СИЗ для формирования рекомендаций по выбору размера СИЗ, подходящего для конкретного работника [6]. Современные объёмные сканеры создают точную трехмерную копию тела работника и определяют более 100 параметров тела по стандарту ГОСТ Р ИСО 8559-1 примерно за 30 с. Такой подход позволяет обеспечить персонификацию (персонализацию) подбора СИЗ, что, безусловно, позитивно сказывается на их эргономических характеристиках.

Применение в составе СИЗ экзоскелетов: конструкций, способных принять на себя чрезмерную нагрузку при выполнении работником тяжелых физических работ обеспечивает разгрузку мышечного каркаса работника, что обеспечивает минимизацию рисков заболеваний и травм опорно-двигательного аппарата.

Применение в составе СИЗ технологий радиочастотной идентификации (RFID-меток) – устройств, обеспечивающих точное позиционирование нахождения работника и отслеживание траекторий выполнения им рабочих

операций, зон ометаемости и т.д. [3]. Это также упрощает ведение учета СИЗ и контроль за их применением работниками.

Внедрение цифровых СИЗ пока еще не стало массовым явлением и требует не только существенных инвестиций, но и информационно-разъяснительной работы. Но перспективы цифровизации СИЗ весьма многообещающие, определяющие облик перспективных СИЗ инженерно-технического состава авиации.

Следует отметить, что развитие СИЗ невозможно без параллельного развития информационно-измерительных систем их квалиметрии (испытаний), обеспечивающих корректное решение комплекса задач определения соответствия СИЗ предъявляемым требованиям на всех этапах их жизненного цикла.

Список использованных источников:

1. Солдатов С.К., Жданько И.М., Никифоров Д.А., Филатов В.Н., Шишов А.А., Богомолов А.В., Харитонов В.В., Авдеева Т.С., Коряжкина Е.В. Облик перспективных средств индивидуальной защиты инженерно-технического состава авиации // Проблемы безопасности полетов. 2024. № 12.
2. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Кукушкин Ю.А., Ахметзянов И.М., Шешегов П.М. Риски здоровью, обусловленные кумулятивным действием авиационного шума, и мероприятия по борьбе с ним // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2011. № 1. С. 80-88.
3. Богомолов А.В., Голосовский М.С. Киберфизическая система управления функционированием средств индивидуальной защиты от инфекционных заболеваний // Патент на изобретение RU 2820069 C1, 28.05.2024.
4. Ларкин Е.В., Богомолов А.В., Привалов А.Н., Акименко Т.А. Структура иерархической системы цифрового управления сложным технологическим объектом // Математические методы в технологиях и технике. 2024. № 6. С. 63-66.
5. Тюрин И.Н., Гетманцева В.В., Андреева Е.Г., Ташпулатов С.Ш. Электронный текстиль: обзор основных направлений исследований // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2024. № 1 (409). С. 5-12.
6. Дмитриева И. Цифровые СИЗ в России https://journal.ecostandard.ru/ot/kontekst/tsifrovye-siz-v-rossii/ (дата обращения 08.08.2024 г.)

МЕДИКО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПРОСТАТИТОМ В СТРУКТУРЕ УРОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ

А.А. Одегнал, Д.Ю. Каримова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Среди причин ухудшения состояния здоровья лиц пожилого возраста следует отметить, наряду с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и онкологии, урологическую патологию, которая в последние годы лидирует в структуре смертности данной группы населения.

Согласно данным ВОЗ, в структуре смертности населения экономически развитых стран болезни мочеполовой системы занимают 7-е место; они являются причиной 2,5-3,0% летальных исходов. Эти заболевания поражают людей всех возрастов, являясь причиной временной нетрудоспособности и инвалидизации значительной части трудоспособного населения и причиняя огромный экономический ущерб.

Частота поражения почек у лиц старших возрастных групп весьма высока – по данным секционных исследований лиц этой возрастной категории в больнице общего типа – 63,3-64,6% (Е.И. Холостова, 2018). Популяционный уровень заболеваний почек у людей старше 60 лет почти в 3 раза превосходит таковой у лиц моложе 60 лет, а популяционный уровень хронической почечной недостаточности (ХПН) у них выше почти в 15 раз. По мере утяжеления мультиморбидной старческой патологии увеличивается и частота заболеваний почек, возрастающая к финальному отрезку жизни также более чем на порядок и превышающая к этому времени 60% (Е.Ю. Голубева, Р.И. Данилова, 2009; 2018). Значительную долю при этом занимают простатиты. В связи с выше изложенным **целью исследования** стало изучение медико-статистической и эпидемиологической ситуации с заболеваемостью простатитом в общей структуре урологической патологии в г. Москве.

Материал и методы. Работа проводилась на базе Консультативно-диагностического центра при ГБУЗ ГКБ им. А.К. Ерамишанцева ДЗМ, была произведена выкопировка на специально разработанную Карту амбулаторного больного необходимых сведений о 2436 амбулаторных больных с урологической патологией за 2015-2022 гг. Использованы методы

классической вариационной статистики с вычислением средних, относительных величин, их достоверности, эпидемиологические и микробиологические методы исследования.

Результаты и обсуждение. В среднем за анализируемый период показатели заболеваемости составили в среднем 14,5 на 10 000 мужского населения, а показатели пораженности составили 101,4 на 10 000 мужского населения. Удельный вес простатита среди всех урологических заболеваний мужской популяции по нашим данным составил 6,5±2,1%. Анализ многолетней динамики пораженности и заболеваемости простатитом выявил существенные колебания в уровнях изучаемой патологии.

Максимальные уровни, как заболеваемости, так и пораженности простатитами, отмечается среди мужчин 51-60 лет. Уровень заболеваемости в данной возрастной группе превышал таковые в остальных в 3 и более раза на протяжении всего изучаемого периода. Пораженность воспалительными заболеваниями предстательной железы составила 101,4 на 10 000 мужской популяции. Известно, что у пожилых лиц даже значительные гнойные скопления в паренхиме предстательной железы протекают без всяких клинических проявлений.

Необходимо отметить такой неблагоприятный факт, как активный рост заболеваемости самой молодой группы из рассматриваемых – юношей до 20 лет. Отмеченное неблагополучие сохранилось до конца наблюдаемого периода. Уровни заболеваемости и пораженности простатитом мужчин 40 лет и старше не имели выраженных колебаний по годам.

Лица 51-60 лет могут быть расценены как возрастная группа риска заболеваемости простатитом, что видно и из внутригодового распределения числа свежих случаев и повторных обращений.

Установлено, что у мужчин из группы риска уровень заболеваемости растет, начиная с августа, и остается высоким до января, что может быть расценено как следствие повышенной заболеваемости гонореей и другими венерическими заболеваниями в период летнего отдыха. Подобное явление отмечается и у мужчин в возрасте 51 - 60 лет, хотя заболеваемость простатитом у них менее интенсивна. Это может быть связано с социальными особенностями их поведения. Внутригодовое распределение показателей пораженности схожи с таковым распределением показателей заболеваемости и характеризуются увеличением числа обращений к урологу в осенне-зимнее время.

Заключение. Проведенный анализ урологической патологии позволил представить клинико-статистическую и эпидемиологическую характеристику пораженности населения и вновь подчёркивает значимость лечебно-диагностических мероприятий – раннее выявление патологии, формирование здорового образа жизни и целый комплекс других медико-социальных мероприятий.

ГИПЕРБАРИЧЕСКАЯ ОКСИГЕНАЦИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЛЕРАНТНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ПАЦИЕНТОВ В ПЕРИОД LONG-COVID

О.С. Орлова[1,2], Е.А. Бурзанова[3]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, г. Москва, РФ
[3]Сеченовский Университет, г. Москва, РФ

Актуальность. Long-COVID, состояние появляющееся у пациентов после перенесённой инфекции COVID-19 и включает широкий спектр физических, нейропсихологических и нейрокогнитивных симптомов [1, 2]. Актуальность этой проблемы в настоящее время велика, поскольку многие люди, перенёсшие COVID-19, продолжают испытывать последствия инфекции, что требует внимания врачей и научного сообщества. Наиболее частыми проявлениями являются слабость, быстрая утомляемость, неспособность совершать физическую активность, которая была присуще пациенту ранее начала коронавирусной инфекции [3, 4].

Актуальным является поиск методов лечения, которые способны повысить толерантность к физической нагрузке и вернуть человека в социум и к трудовой деятельности [5, 6].

Цель: изучить влияние сеансов гипербарической оксигенации (ГБО) на толерантность к физической нагрузке у пациентов в период long-COVID.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 70 пациентов с симптомами Long-COVID, средний возраст которых составил 63 года. Пациенты были разделены на две группы. В Основной группе к основному лечению добавлялись пятнадцать сеансов ГБО, контрольная группа получила стандартные рекомендации.

До и после исследования пациентам были проведены тест шестиминутной ходьбы, пульсоксиметрия, анкетирование по жалобам.

Группы были сопоставимы по полу, возрасту, количеству суток от момента постановки диагноза коронавирусная инфекция, проценту поражения легочной ткани на момент острой инфекции, а также по наличию сопутствующих заболеваний.

Результаты. После проведенного курса ГБО у пациентов в основной группе уменьшились выраженность жалоб на слабость, утомляемость, дыхательный дискомфорт ($p<0,001$).

При прохождении теста 6-минутной ходьбы были зафиксированы ряд показателей: сатурацию кислорода методом пульсоксиметрии, повышение ЧСС по завершению исследования, количество пройденных метров за шесть минут, десатурация (изменение сатурации кислорода после прохождения дистанции за это время). По завершении исследования в основной группе происходит повышение пройденного пациентами расстояния, а также отсутствует снижение сатурации кислорода после прохождения теста ($p=0,001$ и 0,002, соответственно).

Пульсоксиметрия была проведена на первый, пятый, десятый и после пятнадцатого дня проведения исследования.

По завершению исследования отмечено достоверное увеличение данных показателей в группе ГБО ($p<0,001$). Стоит отметить, что достоверные отличия между группами появились после 10 сеанса. В основной группе по завершению исследования у 90% пациентов наблюдалось повышение сатурации кислорода более 97%.

Выводы. Ранний постковидный период является актуальной проблемой медицинского сообщества. Повышение качества жизни и физической активности является важным при лечении пациентов. Гипербарическая оксигенация в комплексном подходе лечения является эффективным методом в устранении гипоксии и повышении толерантности к физическим нагрузкам у пациентов с постковидным синдромом.

Список использованных источников:

1. Zilberman-Itskovich, S., Catalogna, M., Sasson, E. *et al.* Hyperbaric oxygen therapy improves neurocognitive functions and symptoms of post-COVID condition: randomized controlled trial. *Sci Rep* **12**, 11252 (2022). https://doi.org/10.1038/s41598-022-15565-0.
2. Очколяс М.В., Гальвас Н.Ю., Харитоненко К.А. Метод гипербарической оксигенации в комплексном лечении и реабилитации постковидного

синдрома: новый опыт и достижения // Морская медицина. 2022. Т. 8, № 1. С. 94–98, http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2022-8-1-94-98.
3. А.Г. Малявин, Н.Э. Костина, О.Ю. Ефремова, О.А. Левина, А.К. Евсеев, А.К. Шабанов. Гипербарическая оксигенация в комплексе реабилитационных мероприятий при Long-COVID-инфекции. Терапия. 2022; 5: 81–85. Doi: https://dx.doi.org/10.18565/therapy.2022.5.81–85.
4. Oliaei, S., SeyedAlinaghi, S., Mehrtak, M. et al. The effects of hyperbaric oxygen therapy (HBOT) on coronavirus disease-2019 (COVID-19): a systematic review. Eur J Med Res 26, 96 (2021). https://doi.org/10.1186/s40001-021-00570-2.
5. Петриков С.С., Евсеев А.К., Левина О.А., Шабанов А.К., Кулабухов В.В., Кутровская Н.Ю., Боровкова Н.В., Клычникова Е.В., Горончаровская И.В., Тазина Е.В., Попугаев К.А., Косолапов Д.А., Слободенюк Д.С. Гипербарическая оксигенация в терапии пациентов с COVID-19. Общая реаниматология. 2020;16(6):4-18. https://doi.org/10.15360/1813-9779-2020-6-4-18.
6. Турова Е.А., Щикота А.М., Погонченкова И.В., Головач А.В., Тагирова Д.И., Гусакова Е.В. Применение гипербарической оксигенации в амбулаторной реабилитации пациентов, перенесших COVID-19. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2021;98(6):16-21. of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy. 2021;98(6):16-21. (In Russ.) https://doi.org/10.17116/kurort20219806116.

МОНИТОРИНГ ПЕРФУЗИИ АУТОТРАНСПЛАНТАТА МЯГКИХ ТКАНЕЙ ПОСЛЕ 5ВЫПОЛНЕННОЙ ОТСРОЧЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЯ

К.О. Праздников, Н.Г. Степанянц,
М.Ш. Зугумова, К.А. Попугаев.

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Микрохирургическая реконструкция молочной железы с использованием свободного аутотрансплантата имеет очевидные преимущества перед другими методами пластических операций (Левчук А.Л., Ходырев С.А., Шабаев Р.М.,

2021). Вместе с тем серьёзной клинической проблемой является сохранение жизнеспособности аутотрансплантата в послеоперационном периоде. Причинами утраты жизнеспособности лоскута являются в том числе образование гематом и критическое снижение перфузии аутотрансплантата. Общепризнанных и стандартизированных методик оценки перфузии трансплантата на сегодняшний день не существует. Мы приводим клиническое наблюдение пациентки, у которой мониторинг перфузии лоскута осуществлялся с помощью регионарной оксиметрии.

Пациентке К., 48 лет было выполнено оперативное вмешательство в объеме отсроченной реконструкции молочной железы лоскутом глубокой нижней эпигастральной артерии (DIEP лоскутом) на свободных микрохирургических анастомозах в условиях комбинированной эндотрахеальной анестезии.

В послеоперационном периоде проводили мониторинг регионарной сатурации трансплантата и мягких тканей контралатеральной молочной железы, параллельно проводили инвазивный мониторинг артериального давления, термометрии, пульсоксиметрии.

Через 12 часов после операции отмечена регионарная десатурация мягких тканей здоровой железы (SrO2 76%) и аутотрансплантата (SrO2 45%), нарушений системной гемодинамики, гипотермии, дыхательной дисфункции не было. Сонографически определялся артериальный кровоток в толще трансплантата с нормальными скоростными характеристиками. Лабораторно была выявлена анемия, гемоглобин 98 г/л.

При компьютерной томография мягких тканей грудной клетки и донорской площадки с внутривенным болюсным контрастированием выявлена гематома донорской площадки, объёмом до 500 мл с признаками продолжающегося кровотечения.

Выполнена ревизия донорской площадки, остановка кровотечения, произведена коррекция постгеморрагической анемии. На этом этапе отмечена нормализация регионарной сатурации мягких тканей здоровой железы до SrO2 85% и аутотрансплантата до SrO2 69%.

Заключение. Приведенное клиническое наблюдение иллюстрирует возможности мониторинга регионарной сатурации аутотрансплантата молочной железы в раннем послеоперационном периоде. Регионарная десатурация аутотрансплантата может отражать не только нарушение его перфузии вследствие дисфункции сосудистых анастомозов, но и вследствие анемии. Таким образом необходимо создание алгоритма диагностики и

коррекции нарушений перфузии аутотрансплантата молочной железы в раннем послеоперационном периоде, основанном на данных мониторинга регионарной сатурации.

ВЫБОР КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА КАНДИДАТА В СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ПРОТИВОСТАФИЛОКОККОВОГО ИММУНОГЛОБУЛИНА ЧЕЛОВЕКА

Е.В. Росина, Е.А. Коновалова, С.Е. Зиганшина,
Е.Н. Калинина, Е.С. Кормщикова

ФГБУН КНИИГиПК ФМБА России, г. Киров, РФ

Введение. Одним из способов лечения стафилококковой инфекции является применение нормального или противостафилококкового иммуноглобулинов человека, эффективность которых зависит от специфической активности (СА) – концентрации антител к альфа-токсину [1]. Для определения СА необходимо применение соответствующего стандартного образца (СО), основным требованием к которому является стабильность аттестованного значения на протяжении всего срока хранения [2]. В настоящее время применяют фармакопейный СО из сыворотки крови лошади, стабилизированный глицерином, с концентрацией антиальфастафилолизина 24,0±1,5 МЕ/мл. Эталон для оценки СА иммуноглобулина человека в форме лиофилизата отсутствует. Его разработка и последующее использование будут способствовать повышению качества готовых иммуноглобулиновых препаратов. Внесение стабилизирующих компонентов и сублимационное высушивание СО обеспечат стабильность свойств в процессе хранения и при транспортировке. В связи с этим выбор компонентного состава кандидата в СО противостафилококкового иммуноглобулина человека в лиофилизированной форме является актуальной задачей.

Цель: выбрать компонентный состав кандидата в стандартный образец противостафилококкового иммуноглобулина человека.

Материалы и методы. Кандидаты в СО получали в лабораторных условиях этанольно – холодовым методом из плазмы крови доноров,

иммунизированных анатоксином стафилококковым. Изучили 5 вариантов компонентного состава, которые подбирали с учетом собственного опыта и данных литературы [3, 4]. Вариант № 1 включал использование в качестве стабилизатора глицина в концентрации 22,5 г/л, pH 6,6-7,4; № 2 – ту же концентрацию глицина, pH 4,8-5,3; № 3 – L-пролин (28,8 г/л), pH 4,8-5,3; № 4 – смесь трегалозы (40 г/л) и бычьего сывороточного альбумина (БСА) в концентрации 2,0 г/л, pH 4,8-5,3; № 5 – трегалозу (40 г/л), pH 4,8-5,3. Лиофилизацию проводили с использованием установки сублимационной сушки «BT-SI-825-SS-Y3» (ООО «Биджет», Россия). Концентрацию антител оценивали в соответствии с общей фармакопейной статьей ОФС.1.8.2.0008.15 «Определение содержания антиальфастафилолизина (специфических антител) в лекарственных препаратах из сыворотки крови человека и животных» [5]. Использовали набор реагентов «Токсин стафилококковый диагностический» (ФГБУ «НИЦЭМ им. Н.Ф. Гамалеи», Россия) и фармакопейный СО содержания антиальфастафилолизина ФСО 3.1.00342 (ФГБУ «НЦЭСМП», Россия). Молекулярные параметры анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с помощью системы Agilent 1200 и колонки BioSep-SEC-s4000 (Phenomenex, США). При выборе оптимального компонентного состава применяли метод ускоренных испытаний стабильности [6]. Контроль показателей качества проводили после получения и на 30, 70, 100 и 140 сутки хранения лиофилизатов при 52°С.

Результаты. Вне зависимости от компонентного состава на первых четырех этапах контроля значение СА не менялось. Ее снижение отмечено на 140 сутки хранения. На этом же сроке наблюдалось увеличение фракции димеров IgG (рисунок 1).

Рисунок 1 – Изменение специфической активности (а) и относительного содержания димеров (б) для кандидата в стандартный образец разного компонентного состава

Наименьшее снижение СА (на 9%) отмечено для компонентного состава № 4, для остальных вариантов оно было более значительным – на 25% (рис. 1а). Наибольшее увеличение относительного содержания димеров IgG зарегистрировано для вариантов 1 и 2 (на 25%), для компонентного состава № 3 оно составило 10%. Самое незначительное изменение данного показателя (на 8%) зафиксировано для вариантов 4 и 5 (рис. 1б).

Таким образом, лучшая сохранность показателей качества определялась для компонентного состава № 4: смесь трегалозы (40 г/л) и БСА (2 г/л), pH 4,8-5,3. Его использование способствовало более продолжительной сохранности СА и препятствовало полимеризации молекул IgG.

Заключение. Наиболее оптимальным компонентным составом для стабилизации кандидата в СО противостафилококкового иммуноглобулина человека явилась смесь трегалозы (40 г/л) и БСА (2 г/л) при значениях pH 4,8-5,3.

Список использованных источников:

1. Jeanne Kelly. Immunotherapy against antibiotic-resistant bacteria: the Russian experience with an antistaphylococcal hyperimmune plasma and immunoglobulin. Microbesandinfection, 2, 2000: 1383-1392.
2. ОФС.1.1.0007.18 «Стандартные образцы» // Государственная Фармакопея Российской Федерации. – XIV изд. Т. 1. – 2018. – С. 185-202.
3. L-Proline reduces IgG dimer content and enhances the stability of intravenous immunoglobulin (IVIG) solutions / R. Bolli, K. Woodtli, M. Bartschi [et al.] // Biologicals – 2010. – Vol. 38. – P. 150-157.
4. Получение стабильной формы стандартного образца содержания антител IgG человека к вирусу клещевого энцефалита / Е.С. Кормщикова, Е.В. Росина, К.А. Воробьев [и др.] // Биотехнология. – 2021. – N 3(37). – С. 42-52.
5. ОФС.1.8.2.0008.15 «Определение содержания антиальфастафилолизина (специфических антител) в лекарственных препаратах из сыворотки крови человека и животных». *Государственная Фармакопея Российской Федерации*. XIV изд. Т. 2, 2018: 3183 – 92.
6. ОФС.1.1.0009.18 «Стабильность и сроки годности лекарственных средств». *Государственная Фармакопея Российской Федерации*. XIV изд. Т. 1, 2018: 208 – 259.

ВЛИЯНИЕ СМЕРТНОСТИ ОТ ОТДЕЛЬНЫХ ПРИЧИН НА СРЕДНЮЮ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ

Р.Ж. Салахов, Д.Ю. Каримова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Одним из наиболее наглядных показателей для характеристики состояния здоровья населения является показатель средней продолжительности жизни (СПЖ). Этот показатель кумулирует в себе повозрастные данные о смертности и является более надежным показателем здоровья различных групп населения. При этом, различные заболевания наносят неодинаковый ущерб жизнеспособности населения. В связи с этим **целью исследования** стало изучение влияния отдельных причин смерти на сокращение средней продолжительности жизни.

Материал и методы исследования. Для изучения влияния смертности от отдельных причин на среднюю продолжительность жизни населения пользовались построением гипотетических таблиц дожития при полном устранении смертности от каждой из причин. С этой целью нами была использована методика американского демографа Томаса Гревилла I и II. Она позволяет ответить на следующие вопросы: какова доля лиц определенного возраста, которые в условиях смертности, отраженных в табличных коэффициентах, когда-либо умрут от инфекционных заболеваний, рака или несчастного случая; или насколько увеличилась бы средняя продолжительность жизни при полном устранении одной из причин смерти.

Результаты и обсуждение. Результаты расчётов представлены в табл. 1.

При анализе полученных данных можно отметить следующие особенности. Потери средней продолжительности предстоящей жизни снижаются с увеличением возраста, но темп этого процесса неодинаков для различных классов заболеваний. Наибольший темп снижения отмечен при смерти от болезней системы кровообращения (130,9%). Далее следуют новообразования (темп снижения 57,5%), болезни органов дыхания (темп снижения 52,1%), травмы (темп снижения 13,8%). Потери средней продолжительности предстоящей жизни снижаются с увеличением возраста, как у мужчин, так и у женщин, но темп этого неодинаков для различных классов заболеваний.

Таблица 1 – Сокращение средней продолжительность жизни лиц, достигших трудоспособного возраста в г. Москве (оба пола) при смертности от одной из причин в годах по методу Т. Гревилла (2022 г.)

Возраст	Болезни системы кровообр.	Новообра-зования	Травмы	Болезни органов дыхания
15-19 лет	9,7	17,8	15,7	21,3
20-24 года	9,3	17,4	15,7	20,9
25-29 лет	8,8	16,9	15,8	20,4
30-34 года	8,2	16,3	15,8	19,8
35-39 лет	7,6	15,6	15,8	19,0
40-44 года	6,9	14,7	15,7	18,2
45-49 лет	6,1	13,8	15,4	17,1
50-54 года	5,3	13,7	14,8	15,9
55-59 лет	4,2	11,3	13,8	14,0

Далее, на следующем этапе нами более детальному анализу подверглись болезни системы кровообращения. При анализе полученных данных были выявлены следующие особенности. Темпы повозрастного снижения данного показателя по всем нозологическим формам значительно более выражены у мужчин по сравнению с женщинами. Наибольший темп снижения (у мужчин) отмечен при смерти от ишемической болезни сердца (83,2%) и сосудистых поражений мозга (67,4%). У женщин наибольший темп снижения отмечен при смерти от ишемической болезни сердца (29,3%) и сосудистых поражений мозга (22,9%).

При устранении всех болезней системы кровообращения как причины смерти мужчин г. Москвы, достигших трудоспособного возраста, отмечается рост средней продолжительности предстоящей жизни на 18-19 лет (в среднем, в разных возрастах). Но значимость отдельных заболеваний не одинакова. Так наибольшую величину прироста составляют ишемическая болезнь сердца и сосудистые поражения мозга. Следует отметить тот факт, что нарастание средней продолжительности предстоящей жизни при устранении одного из

заболеваний системы кровообращения снижается с увеличением возраста, как у мужчин, так и у женщин. Но в среднем, если у женщин СПЖ, при исключении смертности от сосудистых поражений головного мозга, увеличится на 6 лет, то у мужчин это увеличение составляет 33 года, а, в среднем, у трудоспособного населения увеличивается на 18-19 лет.

Приведенные данные убедительно свидетельствуют о том, что устранение сосудистых поражений мозга, как причины смерти населения города в трудоспособном возрасте, дает достаточно ощутимые элиминационные резервы увеличения средней продолжительности предстоящей жизни этой категории населения.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО НОВОГО ЦВЕТОВОГО ТЕСТА У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Р.И. Сандимиров, Н.И. Курышева, С.И. Рычкова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Нарушения цветовосприятия могут быть наследственными, врожденными и приобретенными. Они могут наблюдаться при различных офтальмологических, неврологических, эндокринных заболеваниях, являясь в некоторых случаях ранним признаком патологического состояния [1]. При этом особые трудности представляет собой исследование цветового зрения у детей младшего возраста.

Цель – изучить диагностические возможности разработанного нового цветового теста у детей дошкольного возраста.

Материалы и методы. Обследовали 38 детей в возрасте от 4 до 5 лет и 40 детей в возрасте от 5 до 6 лет на базе ДГП 99 г. Москвы. Клинические характеристики обследованных групп детей представлены в таблице 1.

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием у всех детей оценивали цветовосприятие с классическими полихроматическими таблицами Е.Б. Рабкина и с разработанными собственными тестовыми изображениями (Патент RU 2760085 (02.04.2021)) [2, 3]. Тестовые изображения создавали, используя цветовую модель HSL. Каждая группа тестовых изображений

включала три контрольные ахроматические и одно тестовое хроматическое изображения одинаковой яркости (L 50%). Цветовые тона (H): красный, зеленый, синий, желтый, голубой, лиловый. Насыщенность хроматических изображений (S) составляла для 1 варианта 15%, для 2 варианта 30%, для 3 варианта 50% (рис. 1). Обследуемого ребенка просили определить, какое из изображений в каждой группе отличается от трех других, и назвать его цвет.

Таблица 1 – Клинические характеристики обследованных детей

Клинические характеристики		Группы детей	
		Средняя дошкольная (4-5 лет), n=38	Старшая дошкольная (5-6 лет), n=40
Возраст, годы M±m		4,5±0,05	5,6±0,07
Количество мальчиков/девочек, абс. число детей (%)		23/15 (60,5/39,5)	23/17 (57,5/42,5)
Распределение детей в зависимости от вида рефракции, абс. число детей (%)	Эмметропия	24 (63,2)	30 (75)
	Гиперметропия	11 (28,9)	7 (17,5)
	Миопия	3 (7,9)	3 (7,5)
Острота зрения (при аметропии с коррекцией), усл. ед. M±m	лучше видящего глаза	0,94±0,02	0,97±0,01
	хуже видящего глаза	0,93±0,02	0,96±0,02

Рисунок 1 – Разработанные тестовые изображения

Результаты. Полученные результаты оценки цветового зрения у детей дошкольного возраста представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты оценки цветового зрения у детей двух возрастных групп

Методы оценки цветового зрения	Варианты выполнения тестовых заданий	Группы детей	
		Средняя дошкольная (4-5 лет), n=38, абс. число детей (%)	Старшая дошкольная (5-6 лет), n=40, абс. число детей (%)
Таблицы Е.Б. Рабкина	Справились с заданием	27 (71)	37 (92,5)
	Затруднения с формой фигур	8 (21,1)	-
	Нарушения цветовосприятия	3 (7,9)	3 (7,5)
Новый тест	Справились с заданием	33 (86,8)	37 (92,5)
	Затруднения с формой фигур	-	-
	Нарушения цветовосприятия	5 (13,2)	3 (7,5)

Анализ полученных результатов позволяет предполагать, что таблицы Е.Б. Рабкина являются сложными для некоторых дошкольников 4-5 лет, так как создают условия, при которых перед обследуемым ребенком ставится сразу две задачи – различение цвета и опознание формы [4]. При этом интеграция информации о цвете и форме, поступающей в ЦНС по разным каналам, в единый образ хроматической формы для детей в этом возрасте все еще может быть затруднительным.

Заключение. Таким образом, разработанные нами тестовые изображения являются более легкими для выполнения, так как не ставят перед ребенком сложной зрительной задачи опознания хроматической формы. В связи с этим они являются перспективными для использования у детей дошкольного возраста.

Список использованных источников:

1. Пономарчук А.В., Храменко Н.И. Цветослабость при врожденных нарушениях цветоощущения различной степени тяжести. Офтальмологический журнал. 2018;4: 39-43.
2. Рабкин Е.Б. Полихроматические таблицы для исследования цветоощущения. М.: Медицина; 1971.
3. Рычкова С.И., Лихванцева В.Г., Сандимиров Р.И. Диагностика цветового зрения у детей с врожденной частичной атрофией зрительного нерва // The EYE ГЛАЗ. 2023;25(1): 24–33.
4. Treisman A. The binding problem. Current Opinion in Neurology. 1996;6: 171-178.

ГОМОЦИСТЕИН И МИЕЛОПЕРОКСИДАЗА КАК ПРЕДИКТОРЫ ОСЛОЖНЕННОГО ТЕЧЕНИЯ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА

Н.Ю. Семиголовский[1,2], Э.С. Юсупов[1], Д.Г. Маленковская[1]

[1]*ФГБУЗ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ*
[2]*СПбГУ, г. Санкт-Петербург, РФ*

Актуальность. В настоящее время гомоцистеин (ГЦ) известен как независимый модифицируемый фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний. Установлена связь между развитием острого коронарного синдрома (ОКС), включая острый инфаркт миокарда (ОИМ), а также смерти от ишемической болезни сердца и высоким значением ГЦ в плазме крови [1]. Среди механизмов влияния ГЦ на сосудистую стенку: нарушение эндотелийзависимой вазодилатации, окислительный стресс, способствующий перекисному окислению белков и липидов за счет увеличения продукции супероксиддисмутазы, а также усиление тромбогенеза и коагуляции. А пациенты с ОИМ и повышенным ГЦ, перенесшие плановое чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ), склонны к обструкции коронарной микроциркуляции, снижению насосной функцию и отличаются неблагоприятным прогнозом через три месяца после ЧКВ [2].

Известно также, что миелопероксидаза (МПО) – белок, выделяемый нейтрофильными лейкоцитами и ответственный за образование гипохлорита**,** одновременно способна вызывать окислительное поражение эндотелия. Не случайно, ранее была установлена тесная корреляционная связь срока смерти при ОИМ с уровнем мононуклеаров периферической крови (r=0,62, p<0,001) [3], а также было показано, что МПО – независимый фактор риска ОИМ и его исходов вне связи с некрозом миокарда в отличие от тропонина Т (ТТ), МВ-фракции креатинкиназы (МВ-КФК) и С-реактивного белка [4-6]. Недавно показано, что МПО производится и в эндотелии, и её активность связана с регуляцией митохондриальных генов-антиоксидантов [**7**].

Представляло интерес параллельное определение уровня ГЦ и МПО у больных с ОКС, включая пациентов, подвергнутых ЧКВ.

Материалы и методы. В исследование включено 35 больных ОКС (20 с ОИМ и 15 с нестабильной стенокардией), у которых при поступлении определяли уровень ТТ, МВ-КФК, ГЦ и МПО в 42 пробах крови (в 2 случаях – последовательно – при осложнениях стентирования коронарных артерий).

Результаты исследования. Выявлен значительный разброс показателей ГЦ (от 10,2 до 32,5 мкмоль/л в среднем 18,5±3,2 при нормальных значениях – 3,4-13,8) и МПО (от 304 до 1993 нг/мл, в среднем – 947,8±287,3, при нормальных значениях – до 200). В половине случаев исходное содержание ГЦ было повышенным (17 из 35, 48,6%), а исходный уровень МПО превышал в 3-9 раз верхнюю границу нормальных значений (34 из 35 исходных проб, 100%), являясь, как ни странно, более специфичным маркером нежели ТТ и МВ-КФК.

Не установлено четкой корреляционной связи между уровнями ГЦ и МПО; ГЦ, МПО и возрастом обследованных соответственно. Не складывается впечатления также и о связи уровней ГЦ и МПО с клинически оцененной тяжестью течения ОКС; наличием ближайших осложнений. Однако в 2 наблюдениях тромбоз внутрикоронарного стента сочетался с повышением содержания МПО в 2 и 3 раза соответственно, а в одном случае рестеноз в стенте возник у пациента с резко повышенным уровнем ГЦ.

Выводы. Повышение содержания ГЦ и МПО у больных с ОКС при поступлении в клинику – явление частое и проливающее свет на некоторые новые стороны патогенеза коронарной болезни.

Преимуществом МПО для использования в качестве биомаркера при сердечной недостаточности и ОКС является раннее повышение концентрации МПО в ответ на острое событие. Что касается ОКС, то включение МПО в

комплекс обследования может способствовать повышению эффективности диагностики и принятия решений о лечении. Таким образом, МПО является биомаркером, заслуживающим дальнейшей оценки при сердечно-сосудистых заболеваниях.

Требуются более масштабные и продолжительные проспективные исследования для уточнения роли ГЦ и МПО в прогнозе ОКС и его осложнений (включая пациентов после ЧКВ), причем МПО может являться более чувствительным и специфичным маркером повреждения миокарда, нежели известные на сегодня кардиоспецифические показатели.

Список использованных источников:

1. Stanger O., Herrmann W., Pietrzik K., Fowler B., ea. Clinical use and rational management of homocysteine, folic acid, and B vitamins in cardiovascular and thrombotic diseases // Z Kardiol. -2004.-V.93.-№6.-P.439-453.
2. Amen SO, Baban ST. Association of Hyperhomocysteinemia with Acute Myocardial Infarction in Iraqi Patients // Eur Cardiol. 2020;15:e28. doi: 10.15420/ecr.2020.15.1.PO5.
3. Семиголовский Н.Ю. Прогностические критерии у больных острым инфарктом миокарда: ферменты, тропонин Т, мононуклеары // 2-я Северо-Западная научно-практическая Конференция по проблемам внезапной смерти. СПб, 1998.- С.76.
4. Zhang R, Brennan ML, Fu X, Aviles RJ, ea. Association between myeloperoxidase levels and risk of coronary artery disease // JAMA. 2001;286(17):2136-42. doi: 10.1001/jama.286.17.2136
5. Семиголовский Н.Ю., Гуревич В.С., Маленковская Д.Г., Захарова А.Т., Чекалина О.С., Соколов А.В. Гомоцистеин и миелопероксидаза - предикторы осложнений острого коронарного синдрома // Бюллетень ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова, 2010; №2, С.56-57.
6. Ramachandra CJA, Ja KPMM, Chua J, Cong S, Shim W, Hausenloy DJ. Myeloperoxidase As a Multifaceted Target for Cardiovascular Protection // Antioxid Redox Signal. 2020;32(15):1135-1149. doi: 10.1089/ars.2019.7971.
7. Lee WE, Genetzakis E, Barsha G, Vescovi J, Mifsud C, Vernon ST, Nguyen TV, Gray MP, Grieve SM, Figtree GA. Expression of Myeloperoxidase in Patient-Derived Endothelial Colony-Forming Cells-Associations with Coronary Artery Disease and Mitochondrial Function. Biomolecules. 2024;14(10):1308. doi: 10.3390/biom14101308.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ТОКСИЧНОСТЬ ТЕРАПИИ НЕХОДЖКИНСКИХ ЛИМФОМ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

З.К. Симавонян[1,2], Т.Т. Валиев[1]

[1]НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, г. Москва, РФ
[2]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность и цели. Неходжкинские лимфомы (НХЛ) занимают третье место в структуре опухолевых заболеваний у пациентов детского возраста, уступая острым лейкозам и опухолям центральной нервной системы. До 1970-х годов НХЛ в педиатрии считались инкурабельными заболеваниями. Разработанные в настоящее время протоколы противоопухолевой терапии, которые представлены комбинацией цитотоксических препаратов, обладают высокой эффективностью, и общая выживаемость при некоторых морфо-иммунологических вариантах НХЛ достигает 98-100%. Обратной стороной высокой эффективности является клинически значимая органная токсичность терапии. Таким образом, актуальны исследования с целью поиска новых противоопухолевых агентов, которые не уступают в эффективности, но обладают меньшей токсичностью, либо эффективных методов прогнозирования и профилактики развития органной токсичности при программном лечении НХЛ.

Ключевые слова: лимфомы, токсичность, метотрексат, фармакогенетическое тестирование

В 2023 в Российской Федерации впервые было диагностировано 297 случаев НХЛ у детей, что соответствует 0,99 случаев на 100 000 населения. Самыми частыми вариантами НХЛ в педиатрии являются зрелоклеточные В-НХЛ (лимфома/лейкоз Беркитта и диффузные крупноклеточные лимфомы), среди опухолей из клеток предшественников превалируют Т-клеточные лимфобластные лимфомы (ЛБЛ). Современная полихимиотерапия является риск-адаптированной и учитывает морфо-иммунологический вариант заболевания, а также факторы риска развития рецидива НХЛ. В настоящее время в НИИ ДОиГ им. Ак. РАМН Л.А. Дурнова при ЛБЛ применяется программа ALL IC-BFM 2009 для лечения ЛБЛ, B-NHL-BFM 95 – для зрелоклеточных В-НХЛ, АККЛ-НИИ ДОГ 2003 – для анапластической крупноклеточной лимфомы (АККЛ). Статистический анализ демонстрирует

высокий уровень эффективности терапии. В группе ЛБЛ: общая выживаемость (ОВ) составляет 93,0%, бессобытийная выживаемость (БСВ) – 87,2%, безрецидивная выживаемость (БРВ) у пациентов, достигших полной ремиссии, – 93,0%; при зрелоклеточных В-НХЛ: БСВ – 91,2%, ОВ – 91,2%; при АККЛ: БСВ – 95,8%, ОВ – 95,8%, БРВ – 97,9%. Метотрексат (МТХ) в высоких дозах (1000-5000/м^2) убедительно зарекомендовал себя как один из ключевых компонентов схем полихимиотерапии НХЛ в педиатрии. Высокая эффективность МТХ ассоциируется, даже при соблюдении современных рекомендаций по сопроводительной терапии, с достаточным уровнем токсичности.

В настоящем исследовании проведен анализ токсических эффектов программной химиотерапии с включением высокодозного МТХ у 100 пациентов детского возраста с диагнозом НХЛ. Спектр токсических явлений оказался следующим: гематологическая токсичность 3-4 степени – 92%, гепатотоксичность 3-4 степени – 49%, мукозиты 3-4 степени – 30%, инфекционные осложнения 3-4 степени – 74%, нейротоксичность 3-4 степени – 6%, нефротоксичнсоть 3-4 степени – 1%.

Учитывая межиндивидуальную вариабельность развития токсических явлений, методов прогнозирования и профилактики недостаточно. Многообещающими являются исследования полиморфизмов генов, которые кодируют ферменты и белки-транспортеры, участвующие в метаболизме цитотоксических препаратов, с целью персонализации фармакотерапии, путем снижения токсичности и эскалации эффективности. Так, например, FDA уже включило информацию о генетических вариантах *TPMT* (для азатиоприна, меркаптопурина и тиогуанина) и *NUDT15* (для меркаптопурина и тиогуанина) в соответствующие инструкции лекарственных средств, как инструмент для подбора терапевтической дозы. В настоящее время ведутся исследования полиморфизмов генов, которые участвуют в метаболизме МТХ (такие как *MTHFR, MTR, MTRR, SLC19A1, SLCO1B1*), что возможно позволит сформировать факторы риска развития осложнений и/или неудачи терапии НХЛ.

Заключение. В настоящее время в развитых странах НХЛ у пациентов до 18 лет являются высококурабельными заболеваниями. Значимым осложнением высокоэффективных программ лечения стала органная токсичность. Формирование индивидуальных генетических карт с указанием прогностического влияния обнаруженных у больного полиморфизмов может стать важным инструментом в клинической практике.

МОДУЛЯЦИЯ ТРОМБОЦИТО-ЭНДОТЕЛИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ СЕПСИСЕ

И.С. Симутис[1,2], Д.С. Салыгина[1]

[1]ФГБУ «СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ
[2]ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И.Мечникова Минздрава России, г. Санкт-Петербург, РФ

Введение. Коагулопатия обязательна при сепсисе и потенциально ухудшает прогноз. Механизмы септической коагулопатии достаточно многофакторны, в том числе из-за разнопланового тромбоцито-эндотелиального взаимодействия. Малое количество действенных инструментов интенсивной терапии нарушений тромбоцито-эндотелиального взаимодействия, обуславливает их дальнейший поиск в клинической практике.

Цель: изучить влияние инфузионной терапии на тромбоцито-эндотелильное взаимодействия при сепсисе.

Материалы и методы. Одноцентровое, проспективное, пилотное исследование на базе СЗОНКЦ им. Л.Г. Соколова ФМБА России, в котором пациенты с сепсисом получали этиотропную и патогенетическую терапию, в соответствии с клиническими рекомендациями. Для пациентов исследуемой группы использовался в качестве инфузионной терапии раствор, содержащий Меглюмина сукцинат (Реамберин), из расчета до 10 мл/кг/сутки и другие кристаллоиды (раствор Рингера, Глюкозы, Натрия хлорида) исходя из физпотребности, в контрольной группе: раствор Рингера и другие кристаллоиды без содержания субстратных антигипоксантов, в соответствии с физиологической потребностью.

Оценивалось в динамике: количество тромбоцитов, маркеры воспаления (ИЛ-6), количество циркулирующих эндотелиальных клеток – ЦЭК (CD146), маркеры активации тромбоцитов (CB62P, CD63), а также их изменения в результате активации АДФ *in vitro*. Оценка выраженности эндотелиально-тромбоцитного взаимодействия проведена на проточном цитофлуометре CYTOMICS FC 500 (Beckman Coulter, Inc., США) с использованием меченных флуорохромами моноклональных антител к поверхностным маркерам клеток:

CD146-PE (phycoerythrin – фикоэритрин) (Beckman Coulter, Inc., США) в качестве метки для ЦЭК и CD45-PC5 (phycoerythrin+cyanine 5 – фикоэритрин + цианин 5) (Beckman Coulter, Inc., США) в качестве панлейкоцитарного маркера.

Результаты:

1. Исходное повышение маркеров активации тромбоцитов (CB62P, CD63) слабо коррелирует с исходным уровнем системного воспалительного ответа в двух группах пациентов (Rs=0,26).

2. Исходное повышение маркеров активации тромбоцитов (CB62P, CD63) значительно более выражено коррелирует с исходным уровнем ЦЭК (CD146) в обоих группах пациентов. Rs=0,67.

3. При этом найдена умеренная обратная корреляционная связь исходного уровня эндотелиоцитоза с количеством тромбоцитов – Rs=-0,37.

4. Применение, в качестве инфузионной терапии раствора Меглюмина сукцината натрия (Реамберин) оказывает эндотелиопротективный эффект. Отмечено более быстрое и значимое снижение исходно повышенного уровня ЦЭК в исследуемой группе ($p<0,05$), в сравнении с контрольной, что, видимо, и способствует более быстрому восстановлению функциональных характеристик тромбоцитов.

Обсуждение. На активацию тромбоцитов большее влияние оказывает поврежденный эндотелий, чем медиаторы системной воспалительной реакции (ИЛ-6). Стратегия защиты эндотелия Меглюмина сукцинатом натрия (Реамберином) оказывает благоприятное влияние на восстановление нарушенной функциональной активности тромбоцитов, чем контроль медиаторов воспаления.

Заключение. Введение раствора, содержащего Меглюмина сукцинат натрия (Реамберин) в качестве инфузионной терапии у пациентов с сепсисом демонстрирует более выраженное положительное воздействие на септические нарушения тромбоцито-эндотелиального взаимодействия, за счет самостоятельных эндотелиопротективных эффектов в сравнении со стандартной инфузионной терапией. Способствуя более быстрому восстановлению эндотелия, инфузионная терапия, содержащая субстратный корректор митохондриальной дисфункции эндотелия, уменьшает активацию тромбоцитов, а также благоприятно влияет на восстановление количественных и качественных характеристик тромбоцитов в сепсисе.

РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЖЕНЩИНЫ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ВНУТРИМАТОЧНЫХ ПАТОЛОГИЙ: СИНЕХИЙ И МИОМЫ МАТКИ

Д.А. Стародубова[1], М.Е. Мамаева[2]

[1]ФБУЗ ПОМЦ ФМБА России, г. Нижний Новгород, РФ
[2]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Улучшение репродуктивного здоровья населения является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации. В последние десятилетия наблюдается рост заболеваемости органов репродуктивной системы, а также экстрагенитальной патологии, влияющей на фертильность женщины [1-3]. Внутриматочные патологии, такие как миома матки и внутриматочные синехии, являются частыми причинами бесплодия. Оценка эффективности лечения внутриматочных патологий крайне важна для контроля качества медицинской помощи и улучшения репродуктивного здоровья населения.

Целью работы было изучение и оценка состояния репродуктивного здоровья женщин после оперативного лечения внутриматочных патологий: синехий и миомы матки. Основное внимание уделялось оценке эффективности лечения заболеваний в аспекте восстановления фертильности женщины.

В исследовании была проанализирована выборка из 100 пациенток, проходивших лечение в 2019-2020 годах на базе гинекологического отделения по поводу двух заболеваний: «внутриматочные синехии» (МКБ-10: N85.6) и «подслизистая лейомиома матки» (МКБ-10: D25.0). Для сбора информации был проведен медицинский опрос, а также изучен гинекологический анамнез пациенток. Для анализа данных использовались статистические методы, такие как критерий согласия Пирсона (хи-квадрат) и точный тест Фишера. Полученные результаты были визуализированы и систематизированы с использованием программных средств – Microsoft Excel и Jupyter Notebook.

Результаты исследования продемонстрировали достаточно высокую эффективность лечения внутриматочных патологий: 41,5% женщин, планировавших беременность (n=53), смогли успешно забеременеть, несмотря на отягощенный гинекологический анамнез. При этом у пациенток с

синехиями результаты оказались более успешными (38,6% забеременели, 36,4% планировали беременность, 25,0% не планировали), чем у женщин с миомой матки (8,9% забеременели, 26,8% планировали беременность, 64,3% не планировали).

Таким образом, было показано, что оперативное лечение внутриматочных патологий имеет высокую эффективность для восстановления фертильности женщины, и внутриматочная патология (в том числе при отягощенном гинекологическом анамнезе) не является препятствием для осуществления репродуктивной функции.

Список использованных источников:

1. Благоприятный исход беременностиу реципиента почки и поджелудочной железы / С. В. Романов, О. А. Паузина, В. М. Кукош [и др.]. Трансплантология. 2023. Т 15(10): 72-78.
2. Возможные факторы риска развития постоперационного пролапса тазовых органов / О.А.Паузина, И.А. Аполихина, С.В. Романов [и др.]. Эффективная фармакотерапия. 2023. 19(7):28-32.
3. Влияние особенностей акушерского анамнеза на развитие симптомов дисфунции тазового дна у женщин / О. П. Абаева, О. А. Паузина, С. В. Романов [и др.]. Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2023. – № 2. – С. 66-78.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОКАЗАНИИ ПЛАТНЫХ МЕДИЦИНСКИХ УСЛУГ В РОССИИ

Р.Р. Сунгатуллин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В настоящее время особо актуализировалась потребность увеличения эффективности оказания медицинских услуг населению без повышения государственного финансирования. В связи с этим представляет интерес развитие оказания платных медицинских услуг в стране, опыт которого должен послужить дальнейшему улучшению их качества.

Цель исследования – изучить основные тенденции в оказании платных медицинских услуг в структуре медицинской помощи в России.

Материал и методы исследования. Аналитическим методом изучены литературные источники по базам данных Scopus, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, CyberLeninka, eLibrary.ru, РИНЦ.

Результаты и обсуждение. Во времена СССР платные медицинские услуги предоставлялись населению в хозрасчетных поликлиниках, но широкого распространения не получили вследствие, с одной стороны, неготовности населения оплачивать медицинскую услугу, а с другой – отсутствия заинтересованности в продвижении платных медицинских услуг населению со стороны медицинских работников, чья заработная плата не зависела от вида предоставляемой ими медицинской услуги (платной или бесплатной).

Впоследствии, по мере внедрения в различные сферы общества рыночных отношений с одновременной децентрализацией управления, наряду с ограниченностью финансирования медицинской отрасли и ростом потребностей в качественных, в том числе высокотехнологичных медицинских услугах, вопрос о внедрении платной медицинской помощи дополнительно актуализировался.

В последние годы в отечественном здравоохранении актуализировалась потребность увеличения эффективности оказания медицинских услуг населению без повышения государственного финансирования. Именно оказание медицинской помощи на платной основе рассматривается в качестве перспективного направления решения вопроса повышения эффективности и качества медицинской помощи с одновременным привлечением финансовых средств в медицинские организации, что актуально как для коммерческих, так и для бюджетных организаций. В 2012 г. Правительством РФ была утверждения «Программа поэтапного совершенствования системы оплаты труда в государственных (муниципальных) учреждениях на 2012-2018 гг.», согласно которой планировалось привлечение на менее 30% средств на увеличение заработной платы медицинским работникам, которые предлагалось сэкономить путем реорганизации неэффективных медицинских организаций и развития перспективных видов медицинской деятельности, с интенсивным развитием спектра платных медицинских услуг (С.В. Шишкин с соавт., 2017).

М.С. Оборин (2019) отмечает, что развитие сектора платных медицинских услуг в отечественном здравоохранении носит ярко выраженный региональный характер, вследствие формирования региональных рынков платных медицинских услуг, деятельность которых формируется исходя из множества природно-географических, социально-экономических, экологических и др. факторов, имеющих выраженную региональную специфику. При этом актуализируется проблема унификации управления и регулирования деятельности медицинских организаций, предоставляющих платные медицинские услуги, с целью защиты прав потребителей и обеспечения единообразия оказания таких услуг.

В.А. Тётушкин (2017) отмечает, что разные социальные слои населения в настоящее время пользуются одинаковым набором платных медицинских услуг, с разницей в количественном отношении пользования такими услугами.

В исследовании И.А. Рамазанова и Е.С. Григорьевой (2019) авторы приводят доказательства того, что в скором будущем ожидается сокращение доли сегмента платных услуг, с одновременным увеличением его физической емкости за счет увеличения спроса потенциальных потребителей этих услуг на качественные платные медицинские услуги. При этом авторы подчеркивают, что необходимо экономическое управление организацией и предоставления платных медицинских услуг, с внедрением научно обоснованных принципов маркетинга и учетом социально-психологических особенностей потенциальных потребителей платных медицинских услуг и медицинских работников, непосредственно их предоставляющих. Противоположные выводы делают Е.В. Иванова и А.Ю. Братишко (2020), указывая на то, что увеличение общей заболеваемости населения определяет тенденцию расширения количества платных медицинских услуг. В то же время, авторы также отмечают актуальность повышения уровня качества платных медицинских услуг.

Выводы. Таким образом, в настоящее время рынок платных медицинских услуг – активно развивающийся сегмент медицинских услуг в Российской Федерации, вследствие, с одной стороны, увеличения сегмента потенциальных потребителей таких услуг, готовых платить за качество и своевременность их предоставления, а с другой – из-за объективной нехватки финансовых средств и государственных ресурсов.

СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЦИФРОВОЙ ЗРЕЛОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ КАК ОСНОВА ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОГО СТАНДАРТА

Ю.А. Тлигуров, В.Ю. Лизунов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Процессы цифровизации проникают во все сферы социально-экономической деятельности и затрагивают традиционно консервативные отрасли, такие как здравоохранение. В парадигме конфликта потребности в постоянном наращивании государственных расходов на систему здравоохранения и ограниченной возможности государства в обеспечении роста ее финансирования, увеличение экономической эффективности отрасли становится критически важным аспектом для достижения основных ее целей [1, 2]. Базисом для цифровой трансформации, в таком случае, станут мероприятия по методическому сопровождению внедрения инициатив по цифровизации здравоохранения, установлению и поддержанию современной информационной инфраструктуры в медицинских организациях, разработке образовательных программ для повышения цифровой грамотности медицинских работников, пациентов и их родственников. Все это в совокупности дает понятие «модели цифровой зрелости», которая может быть для отдельной организации или системы здравоохранения в целом.

Цель работы: апробация модели оценки уровня цифровой зрелости медицинской организации.

Материалы и методы исследования. Основную базу исследования составили работы зарубежных авторов [3-6], так как в отечественной литературе вопрос изучен недостаточно. Однако использовались исследования и российских авторов, количество которых в последние годы увеличивается в связи с растущим интересом к теме цифровой трансформации здравоохранения [7-12]. Эмпирическая база и методы исследования заключались в анализе и выкопировке данных по цифровой трансформации и оценке цифровой зрелости в системе здравоохранения и иных отраслях

экономики, содержащихся в аналитических отчетах, монографиях, диссертационных исследованиях, а также статьях в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных.

Результаты и обсуждение. Модель оценки цифровой зрелости медицинской организации достаточна сбалансирована и учитывает все аспекты цифровой трансформации. Она состоит из 4 областей (культура организации, процессы организации, цифровая среда, данные и аналитика). Области содержат 15 направлений оценки и 624 измеримых элементов, которые оценивают цифровую культуру и обучение персонала работе с цифровыми продуктами, информационную инфраструктуру, зрелость используемых цифровых технологий и продуктов, влияние бизнес-процессов на клинические результаты, вовлеченность пациентов и использование сотрудниками цифровых технологий, продуктов, медицинских данных и аналитики. Модель оценки цифровой зрелости была апробирована на базе поликлиники государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области. Поликлиника получила индекс цифровой трансформации, равный 43,9%, что соответствует третьему уровню цифровой зрелости. Наибольшее количество баллов получило направление «Инфраструктура». Недостаточный уровень цифровой зрелости отмечался по направлениям «Стратегия и видение», «Политики», «Ключевые цифровые процессы» и «Модель управления».

Заключение. Необходимость создания национального стандарта по цифровой зрелости медицинских организаций назрела давно. К этому есть множество предпосылок, начиная с актуальности и необходимости, продемонстрированными данной работой, и заканчивая накоплением критической массы знаний и компетенций экспертами в этом вопросе.

Список использованных источников:

1. Пугачев П.С., Гусев А.В., Кобякова О.С. и др. Мировые тренды цифровой трансформации отрасли здравоохранения // Национальное здравоохранение. – 2021. – Т.2, №2. С.5-12.
2. Тыров И.А., Токарев А.С., Небытова А.К., Завалко А.Ф. Управление изменениями в процессе внедрения цифровых технологий в медицинских организациях стационарного звена: опыт города Москвы // Национальное здравоохранение. – 2021. – Т.2, №2. С.47-54.

3. A digital health profile and maturity assessment toolkit: cocreation and testing in the Pacific Islands / Liaw S.T. [et al.] // J. of the Am. Med. Inform. Ass. 2021. V.28, №3. P.494-503.
4. A Patient-Centered Framework for Evaluating Digital Maturity of Health Services: A Systematic Review / Flott K. [et al.] // J. Med. Internet Res. 2016. V.18, №4. P.e75.
5. Adoption rates of electronic health records in Turkish Hospitals and the relation with hospital sizes / Kose I. [et al.] // BMC Health Services Research. 2020. №20. P. 967.
6. Alenezi M. Deep dive into digital transformation in higher education institutions // Education Sciences. 2021. №11. P.770.
7. Тлигуров Ю.А., Ходакова О.В., Габуния Н.Ю., Левин М.Б. Модель оценки цифровой зрелости медицинской организации: Методологические аспекты // Менеджмент качества в медицине. – 2024. – №2. С.69-76.
8. Тлигуров Ю.А., Ходакова О.В. Результаты аудита цифровой зрелости медицинской организации как основа управленческих решений // Научно-практический рецензируемый журнал «Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики». – 2024. – №4.
9. Вошев Д.В. Обзор методологий и моделей оценки цифровой зрелости в медицинских организациях, оказывающих первичную медико-санитарную помощь: международный и российский опыт // Наука молодых (Eruditio Juvenium). – 2023. – Т.11, № 4. С.615-627.
10. Владзимирский А.В., Гусев А.В., Шарова Д.Е. и др. Методика оценки уровня зрелости информационной системы для здравоохранения // Врач и информационные технологии. – 2022. – №3. С. 68-86.
11. Орлов Г.М., Левин М.Б. Методологические подходы к разработке эталонных моделей государственных информационных систем в сфере здравоохранения субъектов Российской Федерации // Информационные ресурсы России. – 2021. – Т.180, №2. С.20-27.
12. Паничкин Н.Д., Габуния Н.Ю. Модель цифровой зрелости HIMSS EMRAM // Менеджмент качества и медицина. – 2022. – Т.18, № 4. С.78-83.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ ПАЦИЕНТКИ С ФЕОХРОМОЦИТОМОЙ. РОЛЬ КТ-ДИАГНОСТИКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОТИПА ОПУХОЛИ

И.Р. Хайруллин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. В статье описан клинический случай развития феохромоцитомы. Приведены данные о течение гормонально-активной опухоли. Указано на необходимость проведения диагностических и лечебных мероприятий для подтверждения опухолевого процесса.

Описание случая. Пациентка Н., 71 лет поступила в клинику в отделение неврологии с жалобами на эпизоды повышения АД до 170/100 мм рт. ст., сопровождающиеся ощущением сильной учащенной пульсации в голове, головной болью в затылочной и теменной областях, шумом в голове, страхом смерти, возникающие преимущественно в ночное время. На ощущение перебоев в работе сердца, дискомфорт в области сердца. Ухудшение сна, частые ночные пробуждения. Приступы кратковременной транзиторной амнезии.

Считает себя больной в течение 7 лет, когда впервые у пациентки в состоянии покоя, дома был зафиксирован подъем АД 170/90 мм рт. ст., сопровождавшейся амнезией, которая длилась 5 ч. Пациентка на скорой была доставлена в больницу и после стабилизации состояния частично вспомнила происходящие с ней события.

Второй приступ амнезии (2022 г.) возник также на фоне подъема АД после физической нагрузки (танцы) и принятия душа во время путешествия на теплоходе. Длился 30 минут. Для снижения АД приняла Каптоприл (Капотен) с положительным эффектом.

В 2023 г при тех же обстоятельствах на теплоходе после танцев и принятия душа приступ амнезии, длительностью 20-30 минут на фоне подъема АД. Приняла Периндоприл (Ко-перинева) с положительным эффектом.

Осенью 2024 года после физической нагрузки (плавание в бассейне) и принятия душа у пациентки случился подъем АД, сопровождавшейся страхом смерти, тахикардией, нехваткой воздуха и с амнезией, которая длилась 7 ч. Бригадой скорой помощи доставлена в неврологическое отделение

Химкинской КБ. В течение 2-х последующих дней фиксировалось повышение АД до 170/90 мм рт. ст.

По данным КТ с контрастированием от 2023 года: КТ-картина образования в латеральном ложе левого надпочечника размерами 1,0х1,4 см, плотностью +21 HU, отмечается накопление контрастного препарата образованием до +67 HU в артериальную фазу.

Диагностика. Для уточнения диагноза была проведена серия лабораторных и инструментальных исследований.

1) Инструментальные исследования:

Компьютерная томография (КТ) с контрастированием была использована для локализации опухоли.

Правый надпочечник – типичной конфигурации, с четкими, ровными контурами, размеры нормальные. Дополнительных образований не выявлено. Окружающая клетчатка не изменена.

В левом надпочечнике определяется образование размерами 13х12 мм. Плотностные значения в нативную фазу 22 HU, в венозную 60 HU, в позднюю отсроченную фазу 33 HU. Окружающая клетчатка не изменена.

Коэффициент абсолютного вымывания контрастного препарата из образования левого надпочечника составляет 44%; коэффициент относительного вымывания 45%.

В синусах почек прослеживаются множественные кисты, справа размером до 24х18 мм, слева до 28х26 мм. В среднем сегменте левой почки отмечаются две простые кисты размерами 7 мм и 4 мм.

По данным КТ - неопределенный фенотип опухоли, не имеет признаков аденомы. Парапельвикальные кисты почек. Простые кисты левой почки.

2) Лабораторные исследования:

Выполнена дексаметазоновая проба уровень кортизола ниже 50 нмоль/л.

По анализам крови от 11.11.2024: Альдостерон – 131,6 пг/мл, Ренин – 0,54 нг/мл/ч.

Исследование на метанефрины в крови и суточной моче подтвердило повышение уровня метанефринов, что является характерным для феохромоцитомы.

Заключение. Феохромоцитома, несмотря на редкость, должна быть учтена в дифференциальной диагностике при наличии стойкой гипертензии, головной боли, потливости, тахикардии и тревожности. В этом случае ранняя диагностика с использованием визуализации опухоли с помощью КТ исследования позволяет точно локализовать опухоль и спланировать лечение.

Учитывая неопределенный КТ-фенотип опухоли, при наличии лабораторных подтвержденных данных в виде повышенных уровней катехоламинов в моче и крови, пациентке требуется оперативное вмешательство.

Компьютерная томография (КТ) с внутривенным контрастированием является необходимым методом визуализации при диагностике феохромоцитомы, который используется для определения локализации, размеров и структуры опухоли, а также для выявления метастазов или других новообразований.

Несмотря на свою способность КТ выявлять опухоль, данный метод исследования не может дать полной картины относительно её активности, что особенно важно при планировании лечения.

Для решения этого вопроса необходимо использовать дополнительные источники исследований в виде лабораторных показателей на метанефрины в моче, катехаломины в крови и инструментальных методов ПЭТ-КТ с ФДГ.

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ В ИЗМЕНЕНИИ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ В ПРОЦЕДУРАХ ИЗМЕРЕНИЯ АД ОККЛЮЗИОННЫМИ МЕТОДАМИ

А.В. Чащин, И.С. Афонин

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Введение. В работах [1, 2] даётся критика широко используемого в медицинской практике окклюзионного метода измерения АД, включающая основные положения:

1) в измерительной процедуре (ИП) манжета действует механически на ткани плеча и влияет на жидкостно-обменные процессы не только в сосудистом бассейне конечности, но и на весь организм; следствие, - непредсказуемые по выраженности индивидуальные проявления сосудистой реакции, в определённой степени зависящей от исходного состояния сосудистой системы;

2) реакция связана с изменением состояния пациентов, и, как следствие, изменением измеряемых показателей; несмотря на их субъективные жалобы, влияние и его степень не контролируются, а результат не протоколируется;

3) даже методически верные с инженерных позиций результаты не гарантируют достоверность диагностических выводов и терапевтических рекомендаций, так как вмешательство ИП в гемолимфообращение организма изменило его исходное состояние;

4) при оценке общей погрешности измерения важно учитывать составляющую инструментальной погрешности (на сегодня это ±3 мм рт.ст.), метрологически подтверждающуюся поверочными испытаниями; методическая же погрешность (МП) не нормируется и не позволяет достоверно определять показатели АД; нет методов поверки МП, кроме статистических проверок на контингентах с разными заболеваниями; по разным данным МП может быть порядка ±50 мм рт. ст.; для диагностических заключений и терапевтических рекомендаций это неудовлетворительно.

Цель работы – анализ потенциальных изменений функционирования мышечных тканей в условиях комплексного действия процедуры измерения АД.

Проведём анализ взаимодействия клеток мышечной ткани, функционирующих при внешних воздействиях. Их коллективное поведение в мышечной ткани характеризуется ключевыми физиологическими свойствами:

– синхронностью сокращений миоцитов, способствующих эффективному сокращению и расслаблению мышц, как целостной ткани;

– электрической возбудимостью; клетки мышечной ткани способны к генерации и проведению электрических импульсов, инициирующих сокращение; в скелетной мышце это происходит по цепи нейромышечной передачи, через специализированные клетки, - миоциты;

– механическим соединением миоцитов передаётся сила сокращения от одного к другому;

– миоциты взаимодействуют с др. клетками, метаболически поддерживая их функции и обеспечивая газообмен и питательными веществами;

– миоциты адаптируются к изменениям физнагрузки, или внешним воздействиям, увеличивая в ответ массу и силу, или атрофируясь без нагрузок.

Совместная работа клеток мышечной ткани обеспечивает эффективное выполнение двигательных функций. В участке плечевого сустава есть клетки и ткани, играющие важную роль в его структуре и функции. Это:

– скелетные мышечные клетки, образующие мышцы плеча, дельтовидную, двуглавую и др. мышцы, ответственные за движение и подвижность плеча;

– плечевой сустав, состоящий из плечевой кости, лопатки и ключицы; костные клетки (остеобласты, остеокласты и остеоциты) участвуют в формировании и поддержании костной ткани;

– соединительная ткань (СТ) включает сухожилия и связки, соединяющие мышцы с костями и фиксирующие суставы; основные клетки СТ – фибробласты, синтезирующие коллаген и др. компоненты экстрацеллюлярного матрикса;

– хрящевые клетки (хондроциты) – образуют хрящевую ткань, покрывающую суставные поверхности костей плеча; хрящ обеспечивает гладкость движения и амортизацию нагрузки;

– синовиальные клетки, – находятся в синовиальной оболочке суставов и ответственны за выработку синовиальной жидкости, смазывающей сустав и уменьшающей трение;

– клетки жировой ткани (адипоциты) в области плечевого сустава служат источником энергии, и выполняют защитную функцию.

Их совместная функция, – обеспечение движения, стабильности и амортизации в плечевом суставе.

Результат действия манжеты на специфические клетки и ткани плеча.

– **Сосудистые клетки (эндотелиоциты)**. Сжимающим действием кровеносных и лимфатических сосудов временно нарушается гемолимфоток. Это может вызывать изменение функции клеток эндотелия, выстилающих внутреннюю поверхность сосудов, и привести к выделению вазодилататоров или вазоконстрикторов.

– **Воздействие на мягкие ткани передаётся на скелетные миоциты;** кровоснабжение мышц плеча временно ограничено, и вызывает чувство онемения; их сильное сжатие может привести к недостатку кислорода в мышечных клетках.

– **Соединительная ткань.** Сдавливание сухожилия и связки может временно изменять механические свойства СТ, например, эластичность и жесткость сухожилий.

– **Клетки жировой ткани (адипоциты)**. Жировая ткань может испытывать сжимающее действие, но в целом не подвержена большим изменениям. Однако из-за изменений кровоснабжения возможно временное изменение метаболизма адипоцитов.

– **Нервные клетки (нейроны).** Непродолжительное сжатие изменяет условие передачи нервных импульсов и проявляется временным ощущением покалывания, или онемения в руке.

– **Синовиальные клетки.** В условиях воздействия изменяется давление в суставной капсуле, что влияет на выработку синовиальной жидкости и её распределение.

Визуализация реакции.

– **Воздействие на кровеносные и лимфатические сосуды** визуально представляется ограничением гемолимфотока, вызывающего временное изменение цвета кожного покрова и появление боли.

– **Изменение кровоснабжения.** При завершении ИП может наблюдаться прилив крови, восстановление нормального цветового оттенка и нормализация функции клеток.

– **О дискомфорте пациента.** Есть данные о болевом ощущении из-за давления, что указывает на активацию нервных рецепторов.

Вывод. Действие плечевой манжеты при измерении АД комплексно влияет на различные клетки и ткани плеча, что важно анализировать для адекватной интерпретации результатов измерений.

Заключение. Окклюзионные методы влияют на ткани плечевой области на клеточном уровне, вызывая изменения их функциональности и состояния. Проявления разнообразны и имеют долгосрочные последствия для здоровья и реабилитации. Исследования в этой области важны для более полной оценки влияния и оптимизации методов мониторинга АД и с учетом состояния тканей.

Список использованных источников:

1. А.В. Чащин, «Проблемные вопросы о влиянии на состояние организма и результаты измерения АД процедур с окклюзионным воздействием на сосудистую систему» Биомедицинская радиэлектроника, том: 25, N 2-3, 2022, стр 31-45
2. А.В. Чащин, «Системный анализ неучитываемого влияния окклюзионных процедур измерения АД на гемодинамику и состояние организма» Системный анализ и управление в биомед. системах, том: 21, N 2, 2022, стр 98-104

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЯВЛЕНИЯ РЕАКЦИИ ЖИДКОСТНОГО НАПОЛНЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕДУРАХ ИЗМЕРЕНИЯ АД С ОККЛЮЗИОННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

А.В. Чащин, М.И. Забудько, И.С. Дроздов

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. Во врачебной практике широко используют контроль состояния кровообращения, основанный на данных из измерений АД окклюзионными методами. Показатели АД важно определять в разных сферах медицинской практики. Их популярность связана с простотой процесса измерения, реализующего внешнее давление манжеты (ДМ) на сосудистую систему верхней конечности. ДМ передаётся и контролируется на плечевую артерию, что направленно воспроизводит условия, проявляющие информативные признаки в сопровождающих измерения информационных сигналах. Так, по объёмному наполнению артериального русла проявляется сосудистая реакция. Однако внешний фактор действия на кровоток нарушает его беспрепятственное прохождение в тканях плеча. Но в то же время внешнее вмешательство фактически при этом нарушает обменные процессы и других жидкостных компонентов в обменных процессах в сосудистой системе конечности. Кроме артериального, в их числе венозный кровоток и лимфоток. Внешнее вмешательство существенно изменяет условия переноса, обмена и доставки необходимых веществ тканям и органам. Как следствие, возникает непреднамеренное и не учитываемое влияние процедуры измерения на функционирование и состояние организма, но оно влияет и на измеряемые показатели АД [1, 2]. Таким образом, ДМ на ткани создаёт новые условия для лимфо- и кровотока, соответственно в русле лимфатических сосудов, капилляров, вен и артерий, вплоть до полной остановки и прекращения жидкостного обмена в участках воздействия. Кроме того, механическое воздействие манжеты затрагивает не только участок и процессы в тканях плечева, но и отражается на протекающих гемолимфодинамических процессах в других отделах и участках сосудистой системы (СС). В частности, на

проксимальном и дистальном краях манжеты, а также в области центральной гемодинамики [3]. Воздействие в тканях в подманжетном пространстве влияет и на обменные процессы с участием вне- и внутриклеточной жидкостей. Кроме того, в тканях на проксимальном крае манжеты активизируются функционирование артерио-венозных анастомозов; механическое воздействие затрагивает сосудистый эндотелий; затрагивает структуры механорецепторов, связанных с ЦНС; воздействует на мышечную систему, подкожные структуры и костную систему.

Цель исследования – разработка способа учёта основных факторов влияния при окклюзии, для повышения контроля состояния, достоверности и точности измерений АД, и расширения возможностей исследований для диагностики и терапии.

Отсутствие учёта фактора влияния измерительной процедуры на организм является методическим упущением, несмотря на её повсеместное практическое использование. Прежде всего, оно касается влияния на состояние и функционирование организма. Это положение критично, и во многих практических ситуациях принципиально недопустимо. Также важно, что применение окклюзионных методов ставит актуальный вопрос о не исследованном вкладе в результат измерения методических погрешностей, сопровождающих процедуру измерения. Из-за сложности учёта они не нормируются, но существенно влияют на точность, достоверность измерений, и обоснование диагностических заключений.

По собственным оценкам, потребность рынка пользователей измерителей АД составляет порядка 1 млрд. Очевидно, что в практике широкая популярность и ёмкость рынка окклюзионных измерителей, с учётом критических замечаний, актуализируют важность систематизации и проведения практических исследований, направленных на анализ коллективного поведения жидкостных составляющих разных отделов единой системы гемолимфообращения. Они одновременно оказываются затронутыми в процедуре измерений в условиях внешнего воздействия. Так, в работах [1, 2] была представлена модель окклюзионного влияния ДМ на лимфоток, кровоток в системе артериальных и венозных сосудистых руслах. В описании анализировалось проявление составляющих в сосудах, соответственно переносящих артериальную и венозную кровь и лимфу.

Нерешёнными вопросами следует считать, что кроме инициирования процессов в процедурах окклюзионных методов, перспективными для

исследований являются переходные процессы, сопровождающие наполнение разных объёмов СС верхней конечности, при этом ДМ ещё передаётся жидкостям, заполняющим компартменты вне- и внутриклеточной сред. Силовое поле механического действия в участке под манжетой при этом охватывает и воспринимается структурами клеточного и внеклеточного пространств. Отмеченные методические упущения в литературе не анализировались. И это, несмотря на актуальность и важность вопросов о степени влияния ДМ на реакцию вне- и внутриклеточной жидкостей, о потенциально возможных проявлениях и выраженных последствиях для организма, и их влияние на жидкостный обмен и перераспределение в СС.

Перспективы развития тематики:

– в теоретической части – разработать модель коллективного поведения основных жидкостных компонентов организма, включая сосудистую и внесосудистую системы в условиях процедур окклюзионных методов измерения АД;

– в практической части – апробировать модели;

– на основе теоретических и практических результатов разработать медико-техническое требование для проекта создания экспериментальной базы.

Планируется:

– проанализировать вопросы, затрагивающие состояние вне- и внутриклеточной жидкостей, воспринимающих и реагирующих на ДМ при проведении измерений АД.

– Разработать модели, определяющие роль составляющих СС в их взаимодействии с кровеносными сосудами и динамику распределения и обмена жидких сред организма.

– Проанализировать их потенциальное проявление в реальных сигналах.

Выводы. Изучение процессов гемолимфонаполнения в СС при окклюзии может основываться на перспективах развития и диагностики, и лечения заболеваний, связанных с нарушением гемодинамики. Перспективой их реализации является повышение точности оценки состояния СС, достоверности результатов измеряемых показателей, и контролируемой адаптации к различным физиологическим и патологическим условиям.

Список использованных источников:

1. Чащин А.В. Система функциональных моделей БТС с неинвазивным вмешательством и управлением гемодинамическими процессами. / Минобрнауки России, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Изд. «Технолог», СПб, 2013.
2. Чащин А.В., Попечителев Е.П. Функциональная гемодинамическая проба для исследований влияния эндогенных факторов на наполнение сосудов. / Инженерный вестник Дона. Электронный научный журнал, № 4, том 1, 2012, с. 23-29.
3. Чащин А.В. Проблемные вопросы о влиянии на состояние организма и результаты измерения АД процедур с окклюзионным воздействием на сосудистую систему, Биомедицинская радиоэлектроника, т 25, N 2-3, 2022, с. 31-45.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРОЯВЛЕНИЯ ВНЕКЛЕТОЧНОЙ РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА ДЕЙСТВИЕ ПРОЦЕДУР ИЗМЕРЕНИЯ АД ОККЛЮЗИОННЫМИ МЕТОДАМИ

А.В. Чащин, В.А. Романова

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. В практике диагностики, интегрально оценивающей состояние, широко используют окклюзионные методы измерения АД. Однако, одновременно затрагивая разные ткани и функции организма [1, 2], процедуры являются комплексными, что приводит к непредсказуемым реакциям. Это влияние не анализировалось с позиции создания целенаправленных механических воздействий, инициирующих внеклеточные реакции (ВКР), расширяющие возможности углублённых исследований.

В последние годы активно изучаются фундаментальные вопросы о механочувствительных свойствах клеток и внеклеточного матрикса (ВКМ), и механизмы преобразования сигналов биомеханической природы в биохимические (механотрансдукции). Эти процессы играют ключевую роль в регуляции сосудистого тонуса, адаптации тканей к нагрузкам и регенерации.

Особо интересна возможность управления ВКР посредством механических воздействий, как предпосылка к разработке подходов диагностики и терапии заболеваний, связанных с нарушением функций сосудистой системы и тканей. Они могли бы стать эффективным инструментом исследования и стимуляции таких процессов.

Цель работы: - анализ возможностей механического воздействия на ткани при реализации метода измерения АД, с направленной ориентацией на внеклеточное пространство (ВКП) и проявления ответных реакций; - анализ определяющих механизмов.

Из общеизвестных понятий механосенсорики выделим:

1. механорецепторы – специализированные молекулы, или воспринимающие механическое воздействие структуры. К ним относятся:
   - активируемые растяжением ионные каналы, реагирующие в ответ на механическое напряжение, способствуя прохождению ионов в клетку;
   - интегрины – рецепторы, связывающие внеклеточный матрикс (ВКМ) с цитоскелетом клетки и участвующие в передаче биомеханических сигналов в клетки;
   - кадгерины – белки, обеспечивающие механическую связь между клетками;
2. механотрансдукция – процесс преобразования биомеханических сигналов в биохимические. Например, растяжение мембраны способно активировать ионные каналы, изменяя концентрацию ионов в клетках, и запуская каскад проявлений;
3. структуры цитоскелета, состоящего из актина, микротрубочек и промежуточных филаментов; они воспринимают и распределяют нагрузки, поддерживая форму клетки и регулируя ее функции;
4. механоответственные сигнальные пути представляются каскадами молекулярных преобразований, активируемых в ответ на механические воздействия; они могут активировать различные белки (фосфолипазы, киназы и транскрипционные факторы).

Роль механического влияния на функции клеток.

- Клеточная адгезия и миграция. Механические воздействия через интегрины и актиновые структуры регулируют взаимодействие клеток с ВКМ, способствуя движению клеток, особенно при заживлении ран или метастазирования опухолей.

- Дифференцировка клеток. Стволовые клетки реагируют на жесткость подложки: на мягких субстратах они дифференцируются в нейроны, а на жестких, - в клетки костной ткани (остеобласты).

- Рост тканей и органов. Механическое натяжение регулирует морфогенез и развитие органов, например, натяжение клеточных мембран в сердечной ткани поддерживает в норме ритм и форму сердца.

- Реакция на стресс. Клетки чувствительны к механическим повреждениям, типа разрыва или давления, и активируют механосенсорные пути, инициирующие восстановление.

- Патологии, связанные с механосенсорикой. Нарушение механосенсорики связано с развитием заболеваний, таких как гипертензия, остеопороз, рак и нейродегенеративные расстройства.

- Влияние ориентации нагрузки на ВКР. В окклюзионном методе создаются радиально ориентированные механические нагрузки на ткани, влияющие на характер ВКР.

Применение модификации метода измерения АД.

Окклюзионный метод традиционно используют для измерений АД. При модификации же, с учетом специфики ВКР, при исследовании необходимо анализировать:

- механические воздействия; полная окклюзия локально изменяет: растяжение клеточных мембран, активацию механочувствительных ионных каналов, напряжение ВКМ;

- восстановление кровотока после снятия давления манжеты (ДМ) высвобождает молекулы оксида азота, (NO) и молекулы адгезии, активируя внеклеточные сигнальные пути.

Параметры воздействия и их контроль. ДМ создаёт контролируемую нагрузку, а ВКР оцениваются с использованием биохимического анализа (например, концентрации медиаторов воспаления, белков матрикса).

Результаты. Направленно воздействуя, окклюзионный метод активизирует ВКР, включая движение молекул, реорганизацию ВКП и клеточные адаптации. Влияние ориентации воздействия ДМ можно рассматривать в аспектах:

- деформации ВКМ. ДМ создаёт локальные градиенты напряжения, изменяющие конфигурацию компонентов ВКМ, включая коллагеновые и эластиновые волокна;

- вектор нагрузки ориентирует коллагеновые волокна вдоль оси максимального напряжения, усиливающего структурную стабильность тканей;

- напряжение и компрессия стимулируют движение молекул, типа гиалуроновой кислоты и протеогликанов, что изменяет вязкоупругие свойства ВКМ;

- Механотрансдукция и ВКР. Деформация ВКМ передается клеткам через интегрины, активируя механочувствительные пути.

- Направленное воздействие вызывает локальное движение ионов кальция (Ca^{2+}) и активацию механочувствительных каналов.

- Восстановление кровотока после окклюзии усиливает эти эффекты за счет потока молекул ВКП, включая цитокины и факторы роста.

- Реакция сосудистой стенки. ДМ вызывает временную окклюзию сосудов, активируя ВКР в эндотелии и гладкомышечных клетках.

Выводы. анализ указанных и известных данных показывают, что ориентация воздействия играет решающую роль в инициировании ВКР. ДМ активирует механотрансдукцию, адаптацию ВКМ и активацию клеточных сигнальных путей. Это указывает на возможность целенаправленно управлять физиологическими процессами механическим путём. Кроме того, движение молекул ВКП под влиянием ДМ подтверждает, что окклюзионный метод можно использовать для моделирования сложных биомеханических условий, полезных в исследованиях ангиогенеза, реорганизации матрикса и адаптации тканей. Эти результаты открывают перспективы для новых терапевтических подходов, основанных на управляемом механическом воздействии.

Список использованных источников:

1. А.В. Чащин. Системный анализ неучитываемого влияния окклюзионных процедур измерения АД на гемодинамику и состояние организма. Системный анализ и управление в биомедицинских системах, т: 21, N 2, 2022, стр 98-104.
2. А.В. Чащин. Проблемные вопросы о влиянии на состояние организма и результаты измерения АД процедур с окклюзионным воздействием на сосудистую систему. Биомедицинская радиэлектроника т: 25, N 2-3, 2022, стр. 31-45.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОККЛЮЗИОННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ АД В КАЧЕСТВЕ ВЛИЯЮЩЕГО ФАКТОРА МЕХАНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННО ПРОЯВЛЯЮЩЕГО КЛЕТОЧНЫЕ РЕАКЦИИ

А.В. Чащин, Е.И. Хохлова

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность темы. Благодаря развитию технологий и методов исследований в последние годы вырос интерес к воздействиям на биологические системы. Окклюзионный метод измерения АД представляет неинвазивный способ оценки гемодинамических параметров и сосудистого тонуса. Однако при его применении воздействие затрагивает и внутриклеточные процессы, что должно инициировать адаптационные и регенеративные клеточные реакции (КР). Это открывает возможности его использования в реабилитации и лечении сердечно-сосудистых патологий; но теоретически они не анализировались. Актуальность исследований этого возрастает на фоне роста сердечно-сосудистых заболеваний, требующих комплексного подхода к диагностике и терапии.

Цель исследования – анализ возможности окклюзионного воздействия для создания целенаправленного влияния на КР, и анализ механизмов, определяющих КР.

Задачи исследования: - анализ известных данных о механосенсорике (М); - изучение механических стимулов и их влияния на КР; - рекомендации применения метода в клинической практике.

Основные понятия механосенсорики:

– М изучает способность восприятия структурами клеток механических воздействий и преобразование их в КР. В этом процессе ключевую роль играют механотрансдукция и механорецепторы, координирующие взаимодействие и преобразование воздействий с функцией клеток. Понятия М включают механочувствительные ткани, клеточную механобиологию, механотрансдукцию и механорецепторы.

– КР – изменения в клетках в ответ на стимулы, включая механические, химические и биологические факторы. В числе основных КР:

- клеточная пролиферация – увеличение числа клеток при делении; она может происходить в ответ на повреждение тканей;
- клеточная дифференцировка, при которой недифференцированные клетки, например, стволовые, становятся специализированными клетками определенного типа (мышечными или нервными); дифференцировка м.б. вызвана различными сигнальными молекулами и факторами роста;
- клеточная миграция – движение клеток к определенному участку в ответ на химические или механические сигналы; например, фибробласты мигрируют к месту повреждения для восстановления тканей;
- активация клеточных сигналов, при которой клетки активируют сигнальные пути в ответ на внешние воздействия; это активирует рецепторы, и приводит к каскаду биохимических реакций, изменяющих функцию клеток;
- клеточный апоптоз – запрограммированной необходимый процесс гибели клеток, удаления поврежденных или ненужных клеток; апоптоз вызывается факторами стресса, инфекции или повреждения ДНК;
- клеточная адаптация, при которой клетки адаптируются к окружающим изменениям, изменяя свою структуру и функции; например, путём увеличения или уменьшения активности в ответ на изменение уровня кислорода или питательных веществ;
- секреция, при которой клетки выделяют различные молекулы, такие как гормоны, цитокины или факторы роста, в ответ на стимулы; важных для межклеточной коммуникации и регуляции физиологических процессов;
- генетическая экспрессия, при которой в ответ на внешние сигналы изменяются гены, и происходит влияние на синтез белков и КР;
- метаболические изменения, при которых клетки изменяют метаболические процессы в ответ на изменения в окружающей среде, включая питательных веществ и кислорода.

Так КР позволяют клеткам адаптироваться к изменениям окружающей среды, поддерживая гомеостаз, и выполнять свои функции.

Роль воздействия на КР. Механические стимулы могут способствовать восстановлению тканей, регуляции дифференцировки клеток и активации адаптационных механизмов. Для понимания физиологии и патологии

состояния организма большое значение имеет взаимосвязь механических факторов с КР. При этом на КР влияет ориентация воздействия на клетки. Так, сжимающее действие изменяет экспрессию генов и активирует стрессовые сигналы, что может вызвать положительные, или отрицательные КР. Ориентация механических воздействий также определяет характер клеточной миграции и дифференцировки.

Проявления. Эндотелиальные клетки, остеобласты и фибробласты участвуют в разных КР на механические нагрузки, что указывает на значимость векторных характеристик. К примеру, эндотелиальные клетки вырабатывают оксид азота при изменении направления кровотока, способствуя расширению сосудов.

Методы исследования. Окклюзионный метод включает кратковременное воздействие манжетой на кровоток, для исследования реакции тканей на механическое воздействие. Метод прост в реализации и оперативно дает данные о состоянии сосудов. Он используется для диагностики гипертонии и изучения сосудистых заболеваний, позволяя анализировать механизмы их развития. Также он применяется в клинических исследованиях для оценки эффективности терапии и восстановления сосудистой функции. Модификация же метода измерения АД расширяет его возможности, проявляя КР.

Результаты и обсуждение о влиянии окклюзии на КР

Анализ показывает, что окклюзия активирует механочувствительные рецепторы и способствует улучшению микроциркуляции. Под действием давления наблюдается увеличение выработки оксида азота и фактора роста, улучшая в свою очередь сосудистый тонус и способствуя регенерации тканей. Это согласуется с существующими исследованиями. Сравнение результатов показало, что окклюзионный метод перспективен для изучения КР и регуляции физиологических процессов.

Заключение и выводы о применении. Окклюзионный метод может быть использован, как средство для целенаправленного воздействия на КР. Анализ механосенсорных реакций клеток показал возможность: активации механочувствительных рецепторов, увеличения выработки оксида азота и факторов роста, а также улучшение микроциркуляции, что показывает значимость механического воздействия для мед. целей.

В научных исследованиях модификация окклюзионного метода позволит изучать КР на направленные механические нагрузки, что важно для понимания адаптации и регенерации тканей. Также метод может применяться

для оценки эндотелиальной функции и выявления ранних признаков сосудистой дисфункции, а также для стимуляции восстановления тканей и улучшения микроциркуляции в реабилитационных программах. Это подчеркивает важность дальнейших исследований.

Список использованных источников:

1. Чащин А.В. Проблемные вопросы о влиянии на организм и результаты измерения АД процедур с окклюзией сосудов. /Биомедицинская радиэлектроника, т. 25, N: 2-3, 2022, с. 31-45
2. Чащин А.В. Системный анализ неучитываемого влияния процедур измерения АД на гемодинамику / Системный анализ и управление в биомедицинских системах, т. 21, N 2, 2022. с. 98-104

МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИДКОСТНЫХ КОМПОНЕНТОВ В СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЕ ОРГАНИЗМА ПРИ ОККЛЮЗИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ В ПРОЦЕДУРЕ ИЗМЕРЕНИЯ АД

А.В. Чащин, Э.Р. Шарипова

ПСПбГМУ им. акад. И.П. Павлова Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, РФ

Актуальность. При любых заболеваниях и травмах нарушается кровоснабжение соответствующих тканей, и изменяются показатели гемодинамики. К их признакам относят отклонение от нормы показателей АД, частоты сердечных сокращений (ЧСС), частоты дыхания (ЧД), нарушение гемо- и лимфотока и наполнения сосудов в определённых участках тела и органах. Нарушения вызваны и вызывают изменения условий кровообращения и свойств соединительной ткани, состояния стенок сосудов и окружающих тканей, включая: уплотнение; появление опухолей; неэластичное состояние тканей; отложение солей; появление отёков, вызванных нарушением условий венозного возврата и лимфодренажной функции; артериальной, венозной недостаточностью; вегетососудистой дистонией; спазмами и застойными явлениями; влиянием экзогенных факторов. В организме изменяются жидкостнообменные процессы и

наполнение сосудов и внесосудистой среды, нарушается нервная регуляция процессов. На жидкостное наполнение сосудов, окружающих тканей и органов влияют разнообразные движения тканей, сопровождающиеся изменением взаимоположения структур опорно-двигательного аппарата, массопереносом веществ с крове- и лимфотоком и их обменом в организме. Универсальным маркером движений при проявлениях жизнедеятельности, являются объемные изменения, связанные с обменом и перераспределением жидкофазных субстратов в тканях: артериальной и венозной крови, лимфы, клеточной и внеклеточной внесосудистой жидкостей. Достоверность и точность измерения АД – важнейшие аспекты для проведения достоверной диагностики состояния сердечнососудистой системы. Однако при реализации традиционных методов на основе окклюзионных воздействий создаются условия для неконтролируемого влияния на кровоснабжение тканей, и при этом отсутствует информация о процессах их гемолимфонаполнения. В этой связи, актуальным становится исследование переходных процессов, связанных с перераспределением жидкостных субстратов в сосудистой системе.

Целью данного исследования является разработка способа анализа переходных процессов в сосудистой системе при окклюзии, для повышения достоверности и точности результатов измерений АД и расширения диагностических возможностей.

Задачи исследования включают:

– Изучение влияния окклюзионных воздействий на гемодинамические процессы.

– Определение закономерностей перераспределения крови и лимфы в ответ на внешнюю окклюзию.

– Разработка алгоритмов обработки данных для анализа переходных процессов.

Методология исследования. Исследования проводились с использованием функциональных гемодинамических проб (ФГП), позволяющих оценивать влияние окклюзии на состояние гемолимфодинамики наполнения тканей. Применялись высокочувствительные датчики давления, регистрирующие гемодинамические показатели; получаемые данные обрабатывались с использование алгоритмов быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Результаты. В результате проведенных исследований было установлено, что при окклюзии значительно изменяется гемодинамика, а именно:

- В области окклюзионного воздействия возрастает объемное наполнение артериальной крови.
- Снижается венозный отток и давление в капиллярах.
- Наблюдаются переходные процессы, связанные с адаптацией сосудистой системы к окклюзионному воздействию.
- Спектральный анализ показал, что при различных уровнях окклюзии изменяются, как высокочастотные, так и низкочастотные компоненты гемодинамических сигналов сосудистого наполнения. Это указывает на сложные взаимодействия между бассейнами разветвлённой сосудистой системы, составленных из различных по уровню внутрисосудистого давления и разных по назначению.

Выводы. Изучение переходных процессов гемолимфонаполнения в сосудистой системе при окклюзии может основываться на перспективах развития методов диагностики и лечения заболеваний, связанных с нарушением гемодинамики. Перспективой реализации этих методов является повышение точности оценки состояния сосудистой системы, достоверности результатов измеряемых показателей, и контролируемой адаптации к различным физиологическим и патологическим условиям.

Список использованных источников

1. Чащин А.В. Система функциональных моделей биотехнической системы кровообращения с неинвазивным вмешательством и управлением гемодинамическими процессами. / Минобрнауки России, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Изд. «Технолог», СПб, 2013.
2. Чащин А.В., Попечителев Е.П. Функциональная гемодинамическая проба для исследований влияния эндогенных факторов на наполнение сосудов. / Инженерный вестник Дона. Электронный научный журнал, № 4, том 1, 2012, с. 23-29.
3. Чащин А.В. Проблемные вопросы о влиянии на состояние организма и результаты измерения АД процедур с окклюзионным воздействием на сосудистую систему, Биомедицинская радиэлектроника, т 25, N 2-3, 2022, с. 31-45.
4. Чащин А.В. Спектральное представление реакции организма в функциональных пробах с окклюзией тканей, Известия ЮФУ. Технические науки. 2008. № 5 (82). с. 23-26.

ВЗГЛЯД БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ НА ТЕЛЕМЕДИЦИНУ: АНАЛИЗ ВОСПРИЯТИЯ И ГОТОВНОСТИ К ВНЕДРЕНИЮ

А.В. Чернецов, Д.О. Рощин

ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко», г. Москва, РФ

Введение. Телемедицина продолжает активно развиваться в России, становясь неотъемлемой частью системы здравоохранения. Особенно в условиях цифровизации и улучшения доступности медицинских услуг. Студенты медицинских университетов, как будущие специалисты, играют важную роль в внедрении и адаптации этих технологий в практическую медицину. Изучение их мнений и восприятия телемедицины помогает понять, как молодёжь воспринимает эту технологию и какие барьеры могут возникнуть на пути её массового внедрения.

Целью исследования является анализ мнений студентов всех курсов медицинских факультетов Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова (Сеченовский университет) относительно телемедицинских услуг, выявление факторов, которые могут повлиять на восприятие и готовность использовать эти технологии в будущем.

Материалы и методы. Для исследования было проведено анонимное анкетирование среди студентов всех курсов Московского государственного медицинского университета имени И.М. Сеченова. В анкетировании приняли участие 300 студентов. Гендерное распределение составило: 177 (59%) опрошенных лица женского пола, а 123 (41%) – мужского пола. Средний возраст участников исследования составил 21 год, при этом возраст респондентов варьировался от 18 до 25 лет. Анкеты были обработаны с использованием платформы **Google Forms**, а для статистической обработки использовалась программа **Microsoft Excel 2013**.

Результаты. Большинство студентов (80%) заявили, что знакомы с понятием телемедицины. Однако 20% респондентов признались, что не имеют полного представления о возможностях и методах её использования в медицинской практике. 18% опрошенных имели личный опыт использования телемедицинских консультаций. Если бы респондентам пришлось использовать дистанционные технологии, то главным фактором для

обращения к дистанционным технологиям среди опрошенных стала невозможность посещения врача из-за физической удаленности (55%). Отвечая на вопрос о готовности проводить телемедицинские консультации в роли врача, 35% студентов согласились бы на такую форму работы с пациентами, 25% ответили, что это зависит от случая, а 40% выражают сомнение в эффективности такой практики. Примерно 68% респондентов считают, телемедицинские консультации эффективны только в определенных случаях, таких как первичная консультация для составления плана обследования, или дистанционный мониторинг заболеваний. Лишь 12% опрошенных согласны полностью заменить очный прием врача на дистанционный формат. 20% студентов-медиков выражают мнение, что телемедицина не может заменить очные визиты к врачу. Однако более половины (64%) опрошенных ответили, что направление телемедицины перспективно при условии дальнейшего его развития.

Выводы. Результаты исследования показывают, что студенты медицинского вуза в основном положительно относятся к телемедицине, однако сохраняют сомнения относительно её возможностей. Большинство респондентов считают, что дистанционные технологии подходят для первичных консультаций с целью составления плана обследования или мониторинга хронических заболеваний, но не способны полностью заменить очные визиты. Несмотря на это, студенты видят потенциал в развитии телемедицины.

НАУЧНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.Н. Разумов, И.П. Боровницкий, А.В. Гречко

РАН, Москва, РФ

Положения Указа Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года», устанавливающие цель увеличения показателя ожидаемой продолжительности жизни населения до 78 лет к 2030 г. требуют

совершенствования государственной политики РФ при разработке Стратегии Национальной безопасности РФ до 2030 г..

Согласно документу **основными целями развития страны являются сохранение населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей**.

«Сбережение народа – определено как высший национальный приоритет»

«Этим приоритетом определяются все положения обновлённой Конституции: о защите семьи, о важнейшей роли родителей в воспитании детей, об укреплении социальных гарантий, о развитии экономики, образования, культуры».

Сегодняшняя статистика «дает нам неутешительные, нерадостные цифры.

Но стратегических целей на этом важнейшем направлении отменять не будем».

Далее были поставлены конкретные задачи, в решении которых современная наука должна сыграть одну из главных ролей.

Анализ демографической ситуации в Российской Федерации за последние пять лет показывает, что после повышения уровня смертности в годы пандемии Ковид-19 произошло снижение ниже уровня 2019 г. (12,3 на 1000 чел. в 2019 г. и 12,0 – в 2023 г.). Благодаря чему не просто были восстановлены докавидные показатели ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ), но и достигнут исторический максимум – 73,44 года. Однако, по данным Росстата динамика смертности населения в 2024 г. свидетельствует о новом повышении смертности до уровня 12,6 на 1000 человек.

Стремительное старение населения России стало тревожным демографическим фактором. По статистике, население страны каждый год сокращается почти на 900 тыс. человек. Доля тех, кому за 60 лет – 21,3%, что вдвое превышает международный стандарт, согласно которому нация считается «старой». В связи со старением населения России и сокращением численности лиц трудоспособного возраста увеличился показатель демографической нагрузки.

Согласно прогнозу ООН, при сохранении постоянного уровня рождаемости (1,33 ребенка на одну женщину фертильного возраста) к 2050 году в России будет менее 100 млн. жителей – 98 млн. 196 тыс. человек, что означает сокращение численности почти в полтора раза за полвека. Пессимистический прогноз выглядит еще более удручающе – 92,4 млн.

Учитывая, что ни мигрантами, ни рождаемостью демографические проблемы ближайшего будущего страны решить не получится, разработка и повсеместное внедрение технологий здоровьесбережения является единственно верным и реально эффективным путем сохранения экономической стабильности и национальной безопасности.

Таким образом, для утешительного прогноза по достижению целевого показателя ОПЖ остается все меньше оснований. Понятно также, что для исправления ситуации возможные пути снижения смертности с позиции фундаментальных основ организации здравоохранения должны касаться главным образом усиления профилактической направленности практического здравоохранения, мер по ограничению влияния неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье, по оздоровлению лиц групп риска, увеличению числа лиц, занимающихся физкультурой и спортом на регулярной основе.

Медицинской науке и практике пора серьезно обновить мировоззренческий взгляд на роль здоровья в развитии цивилизации и новое место медицины в управлении обществом, в экономической политике, в производственной деятельности, в подготовке кадров и воспитании здорового социума, здоровых идеалов, здоровой Веры, во многом исповедуемой религиозными конфессиями и, прежде всего, Православной.

Медицинские науки и организация здравоохранения в XXI веке должны приобрести новые системные качества (свойства) в глобальной системе «Человечество – природа – культура – труд».

Реализация этой задачи немыслима без выполнения комплекса мероприятий, направленных на **охрану здоровья здоровых, создание системы управления здоровьем**, с целью существенного снижения темпов прогрессирования социально зависимых и профессионально обусловленных дефектов здоровья (дезадаптивные синдромы, социально-экологическое переутомление, стрессогенные заболевания и пр.), а также ХНИЗ, достигающих угрожающих масштабов, особенно стремительно развивающихся на фоне снижения возможности системы здравоохранения и отвечать на вызовы здоровью и многофакторного стресса, в том числе вследствие пандемии Covid-19 и проведения специальной военной операции.

Концептуальной основой Национальной системы управления здоровьем являются **стратегия здоровьесбережения**, сформулированная Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, как высший национальный приоритет и отечественная научно-методологическая **платформа «Здоровье здорового человека»** (утверждена Приказом МЗ РФ № 113 от 21.03.2003 г.), а также

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации (утверждена Указом Президента Российской Федерации № 145 от 28.02.2024 г.).

Основной целью национальной системы управления здоровьем является радикальное снижение оттока из популяции здоровых лиц в популяцию больных и предусматривает переход приоритетов здравоохранения от системы, ориентированной только на лечение больных, к направленной профилактике болезней и формированию у населения культуры здоровья.

Включение фундаментальных исследований восстановительной, адаптационной, превентивной, курортной и цифровой медицины в методологию и технологические решения стратегии здоровьесбережения будет способствовать разработке эффективных инновационных технологий сбережения здоровья.

Отличительная содержательность нового направления в области восстановительной медицины состоит как в технологиях преморбидной диагностики, коррекции нарушенных функциональных состояний, оценках уровней здоровья, так и в методологии и мировоззрении на процесс охраны и наращивания здоровья.

Важнейшим направлением социальной политики и обеспечения национальной безопасности является совершенствование системы комплексной реабилитации участников и ветеранов специальной военной операции (СВО). В докладе будут рассмотрены научно-методологические подходы к совершенствованию системы комплексной реабилитации раненых и пораженных в военно-медицинских организациях и современные технологии интенсивной терапии, медицинской и медико-социальной реабилитации участников СВО с тяжелой черепно-мозговой травмой.

Раздел 6. Биомедицинские и аддитивные технологии

АНАЛИЗ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ КЛЕТОК КОМПЛЕКСА ПЛАЦЕНТАРНОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ КОРОТКИХ ТАНДЕМНЫХ ПОВТОРОВ (STR)

Ю.И. Булычева[1], Т.А. Астрелина[1], Т.Ф. Маливанова[1], И.В. Кобзева[1], В.А. Никитина[1], Ю.Б. Сучкова[1], Д.Ю. Усупжанова[1], В.А. Брунчуков[1], О.Г. Михадаркина[1], О.Ф. Серова[2], А.С. Самойлов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ГБУЗ МО "МОПЦ", г. Балашиха, РФ

Актуальность. В современной науке за последние десятилетия особое внимание уделяется изучению биологических характеристик и терапевтическому потенциалу мезенхимальных стромальных клеток (МСК) из-за их особых свойств – способности к дифференцировке в разлиные типы клеток мезодермального происхождения, направленной миграции, продукции широкого спектра цитокинов и т. д. Одним из перспективных и доступных источников являются плацентарные ткани человека. МСК плаценты при культивировании устойчивы к спонтанной трансформации [1] и могут быть оптимальным источником для аллогенной трансплантации. Необходимо идентифицировать принадлежность полученных клеток матери или плоду, так как из-за ткани плаценты гетерогенны и имеют двойственную генетическую природу. Анализ коротких тандемных повторов (STR-анализ) является оптимальным методом для генетической идентификации клеток. Генетическая идентификация МСК плаценты описана в небольшом количестве исследований несмотря на то, что есть данные о контаминации клеточных культур МСК хориона клетками матери в 30% случаев [2].

Цель исследования – проведение генетической идентификации клеток комплекса плацентарной ткани методом коротких тандемных повторов.

Материалы и методы. В исследование включено 54 неперсонифицированных образца клеточных культур МСК комплекса плацентарной ткани (P0-P3) от 15 плацент, полученных от здоровых рожениц в возрасте от 22 до 39 лет (средний возраст составил 29±3,7 года) при отсутствии стандартных противопоказаний к донорам с одноплодной, физиологически протекавшей беременностью, закончившейся нормальными родами после подписания информированного согласия. Выделение ДНК клеточных культур проводили набором Extract DNA Blood&Cells («Евроген», Россия), анализ полиморфизма STR (Short tandem repeat) – набором COrDIS Plus (ООО «Гордиз») на генетическом анализаторе ABI 3500 (Applied Biosystems, US), обработку результатов фрагментного анализа проводили в программе GeneMapper 1.7. В качестве контроля использовали ДНК, выделенную из крови матери.

Результаты исследования. 42 (77,8%) образца МСК комплекса плацентарной ткани являлись генетически однородной клеточной линией МСК плода; 3 (5,6%) – генетически однородной клеточной линией матери; 3 (5,6%) – МСК матери, контаминированные ДНК клеток плода; 6 (11,1%) – МСК плода, контаминированные ДНК клеток матери. При этом, генетически однородные клеточные культуры МСК плода обнаружены в образцах, полученных из комплекса плацентарной ткани, включающий центральную ворсину хориона с прилежащими оболочками плаценты (7 из 11; 63,6%), хориональных ворсинок (1 из 2), хориональной пластинки (13 из 14; 92,9%), амниона (11 из 12; 91,7%) и пупочного канатика (10 из 11; 90,9%). Генетически однородные клеточные культуры МСК матери обнаружены только в половине образцов, полученных из децидуальной ткани (2 из 4), что соответствует анатомической характеристике плаценты. Пример STR-анализа смешанной культуры представлен на рисунке 1.

Выводы. STR-анализ позволяет выявить генетически гетерогенный состав клеточных культур МСК комплекса плацентарной ткани. Чистые клеточные культуры МСК плода чаще всего выделяли из амниона, хориональной пластинки и пупочного канатика. Чистые клеточные культуры МСК матери выделяли из децидуальной ткани. Наши исследования показали, что смешанные культуры МСК могут выделяться из различных тканей первичного материала плаценты. Таким образом, необходимо проводить генетическую идентификацию культур клеток комплекса плацентарной ткани.

А

Б

Рисунок 1 – Результаты STR-анализа по локусам vWA, D21S11, SE33
А) Контрольный образец материнской ДНК
Б) Образец смешанной клеточной культуры

Список использованных источников:

1. Варьясова А.А., Астрелина Т.А., Кобзева И.В., Никитина В.А., Карасёва Т.В., Брумберг В.А., Усупжанова Д.Ю., Брунчуков В.А., Расторгуева А.А., Леваков С.А., Самойлов А.С. Выделение и биологические характеристики стволовых клеток плаценты. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2021; 20(5): 20–28. DOI: 10.20953/1726-1678-2021-5-20-28.
2. Heazlewood CF, Sherrell H, Ryan J, Atkinson K, Wells CA, Fisk NM. High incidence of contaminating maternal cell overgrowth in human placental mesenchymal stem/stromal cell cultures: a systematic review. Stem Cells Transl Med. 2014 Nov;3(11):1305-11. doi: 10.5966/sctm.2014-0051. Epub 2014 Aug 25. PMID: 25154781; PMCID: PMC4214840.

ВЛИЯНИЕ ЛИОФИЛИЗАЦИИ НА СВОЙСТВА РАСТВОРОВ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ ЧЕЛОВЕКА ПРОТИВОСТАФИЛОКОККОВОГО, ПРОТИВОСТОЛБНЯЧНОГО И ПРОТИВ ГЕПАТИТА В

Е.Н. Калинина, Е.А. Коновалова, Е.В. Росина,
С.Е. Зиганшина, Е.С. Кормщикова

ФГБУН КНИИГиПК ФМБА России, г. Киров, РФ

Введение. Одним из наиболее эффективных способов длительного сохранения свойств иммунобиологических препаратов считается лиофилизация. Иммуноглобулины в значительной степени подвержены конформации, полимеризации, агрегации, окислению, дезаминированию. Внесение наполнителей углеводной и белковой природы повышает сохранность структуры и функциональной активности белковых молекул. В то же время известно, что сублимационное высушивание может воздействовать на протеиновую фракцию [1-5]. Изучение влияния лиофилизации на свойства концентратов антител позволит установить требования к промежуточным продуктам получения лекарственных препаратов и стандартных образцов (СО) для определения их специфической активности с учетом возможных изменений показателей качества на данном этапе производства.

Цель: оценить влияние лиофилизации на свойства растворов иммуноглобулинов человека противостафилококкового, противостолбнячного и против гепатита В.

Материалы и методы. Объектами исследования послужили 15 кандидатов в СО иммуноглобулинов человека – концентраты антител к α-токсину стафилококка, возбудителю столбняка и поверхностному антигену вируса гепатита В (HBsAg), стабилизированные трегалозой (40 г/л), глицином (22,5 г/л), L-пролином (28,8 г/л), смесью трегалозы (40 г/л) и бычьего сывороточного альбумина (2 г/л), и сублимационно высушенные в течение 24 часов по оригинальному режиму, разработанному в ФГБУН КНИИГиПК ФМБА России. Внешний вид испытуемых образцов оценивали визуально. Регистрировали цвет, консистенцию, наличие аномальных изменений. Остаточную влажность определяли путем высушивания точной навески вещества до постоянной массы в вакуумном сушильном шкафу. Фиксировали

время растворения лиофилизата в воде очищенной. Показатели прозрачности и цветности измеряли спектрофотометрически при длине волны 540 нм и 400 нм соответственно в кюветах с толщиной оптического слоя 3 мм. Содержание белка определяли колориметрическим методом с биуретовым реактивом. Фракционный состав исследовали путем проведения иммуноэлектрофореза в агаровом геле, электрофоретическую однородность – посредством электрофореза на мембранах из ацетатцеллюлозы, молекулярные параметры – методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Содержание антиальфастафилолизина оценивали в реакции нейтрализации гемолитических свойств α-токсина стафилококка, концентрацию антител к HBsAg и возбудителю столбняка – в иммуноферментном анализе. Перечисленные характеристики контролировали до и после высушивания. Рассчитывали среднее арифметическое значение или медиану. Разброс данных характеризовали стандартным отклонением или размахом варьирования. Сравнительный анализ показателей выполняли с использованием критериев Стьюдента (t-test) или Манна-Уитни (Mann-Whitney U-test). Различия считали значимыми при $p<0,05$.

Результаты. Концентраты антител представляли собой аморфную массу белого цвета в форме таблетки, плотно прилегающей к стенкам флакона. Высушивание проведено до показателя остаточной влажности, не превышающего 1%. Восстановление лиофилизатов занимало менее 10 минут. Несмотря на то, что время растворения возрастало с увеличением объема дозирования от 0,7 мл до 2 мл (t-test: $p=0,002$), оно находилось в пределах нормы, установленной для препаратов иммуноглобулина человека. Лиофилизация не повлияла на прозрачность (t-test: $p=0,148$) и цветность (t-test: $p=0,440$) растворов. Регидратированные пробы были бесцветны и прозрачны. Содержание белка в концентратах антител к α-токсину стафилококка было в 1,9 (1,7-2,1) раза выше, чем в других образцах: (76,0±1,1) г/л в сравнении с (40,7±5,5) г/л. Выявлена тенденция к снижению данного показателя после высушивания (t-test: $p<0,0047$) на 10 (5-11)%, что, вероятно, связано с внесением количества растворителя, равного исходному объему дозирования, без учета массы сухого вещества. В основной протеиновой фракции не обнаружено примесей альбумина, α- и β-глобулинов. Не зафиксировано фрагментации, полимеризации и агрегации молекул IgG. Молекулярные параметры иммуноглобулинов человека противостолбнячного и против гепатита В после высушивания не изменились: мономеры – 100%. Вместе с тем, лиофилизация концентратов антител к α-токсину стафилококка привела к

образованию (2,05±0,64)% димеров, что является нормой для иммуноглобулиновых препаратов и может быть обусловлено более высоким содержанием белка. Специфическая активность восстановленных лиофилизатов характеризовалась концентрацией антиальфастафилолизина 24,0 (24,0-24,2) МЕ/мл, антител к столбнячному токсину и HBsAg – (40,3±3,6) МЕ/мл и (46,1±2,3) МЕ/мл соответственно. Значение указанного показателя после высушивания оказалось ниже исходного уровня (t-test, Mann-Whitney U-test: $p<0,05$) на 10 (4-17)%, что, как и падение содержания белка, можно объяснить переразбавлением пробы при регидратации. В целом все испытуемые образцы отвечали требованиям к СО лекарственных препаратов иммуноглобулина человека.

Заключение. Полученные данные свидетельствуют о том, что лиофилизация растворов иммуноглобулинов человека противостафилококкового, противостолбнячного и против гепатита В, стабилизированных глицином, L-пролином, трегалозой и бычьим сывороточным альбумином, в течение 24 часов по оригинальному протоколу не привела к изменению показателей их качества до уровня, выходящего за пределы нормативных значений.

Список использованных источников:

1. Подольский М.В. Высушивание препаратов крови и кровезаменителей. – М.: Медицина, 1973. – 192 с.
2. Effects of additives on the stability of recombinant human factor XIII during freeze-drying and storage in the dried solid / L. Kreilgaard, S. Frokjaer, J. M. Flink [et al.] // Arch. Biochem. Biophys. – 1998. – Vol. 360, N 1. – P. 121-134.
3. Sola-Penna M., Meyer-Fernandes J. Stabilization against thermal inactivation promoted by sugars on enzyme structure and function: why is trehalose more effective than other sugars // Arch. Biochem. Biophys. – 1998. – Vol. 360, N 1. – P. 10-14.
4. Краснопольский Ю.М., Борщевская М.И. Биотехнология иммунобиологических препаратов. – Харьков: Фармитэк, 2008. – 312 с.
5. Получение стабильной формы стандартного образца содержания антител IgG человека к вирусу клещевого энцефалита / Е.С. Кормщикова, Е.В. Росина, К.А. Воробьев [и др.] // Биотехнология. – 2021. – N 3(37). – С. 42-52.

ВЛИЯНИЕ ОБОГАЩЕННОЙ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА СКОРОСТЬ ВЫРАБОТКИ УСЛОВНОРЕФЛЕКТОРНОГО НАВЫКА У КРЫС

Д.Б. Комаров, А.В. Солнцева

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Решение ряда прикладных задач требует наличия информации о медико-биологических эффектах воздействия на человека физических факторов высокой интенсивности. Для получения такой информации используют экспериментальные исследования на подопытных животных с последующей экстраполяцией результатов на человека. В качестве экспериментальных биообъектов при проведении исследований часто используются крысы, а для последующей экстраполяции результатов на человека определяют характеристики таких поведенческих реакций, как время достижения цели и вероятность ошибочного действия. Основную сложность при проведении этих исследований представляет необходимость обучения большого количества животных навыкам достижения цели, а также их различная обучаемость и ее зависимость от факторов среды обитания. Поэтому, нами были проведены исследования обучаемости разных видов крыс условной реакции активного избегания, в разработанном нами и представленном ранее, пятиэтажном трехлучевом лабиринте в условиях обычной и обогащенной среды обитания [1-2].

Работа была проведена на крысах пород Dumbo, Long Evans и белых нелинейных, по 40 особей каждого вида. Крысы содержались в клетках по 5 штук. У 20 животных каждого вида в качестве предметов для обогащения среды выступали картонные втулки диаметром 60 мм и длиной 90 мм, в количестве 5 штук на клетку. Работа выполнялась с соблюдением этических норм. Вырабатывали реакцию условного рефлекса (УР) активного избегания действия электрического тока (как подкрепления) на условный сигнал. Для выработки и дальнейшего тестирования данной реакции применялась специально сконструированная лабораторная установка «трехлучевой лабиринт», позволяющая одновременно обучать пять животных.

По известной схеме [2] у крыс вырабатывали условный электрооборонительный инструментальный запаздывающий рефлекс на звук. Интенсивность звука соответствовала традиционно используемому при выработке УР, то есть не вызывающей оборонительной реакции, но достаточной, чтобы вызывать ориентировочную. Звук предъявляли после 10 минут привыкания к экспериментальной обстановке, с выключенным светом. Одновременно с включением звука в двух из трех отсеках, псевдослучайным образом загорался свет (как инструмент – «подсказка», куда убегать). В отсеке, где находилась крыса, свет загорался всегда. Сразу после 5 секунд экспозиции звука, включали безусловное подкрепление (электрический ток) подаваемый на электропол в двух отсеках, исключая отсек с «подсказкой». Одно исследование включало 20 циклов, проводимых с интервалами 30 секунд. Крыса считалась обученной при вероятности достижения цели за время, не превышающее 6 секунд, не менее чем в 70% случаев. Критерий 6 секунд определен из расчета пятисекундного периода звучания звукового сигнала и секундной задержки датчиков определения местоположения крысы. Результат обучения крыс в обычных условиях представлен на рисунке 1, в условиях обогащенной среды – на рисунке 2.

Рисунок 1 – Обучение крыс в обычных условиях

Рисунок 2 – Обучение крыс в условиях обогащенной среды

У животных, находившихся в обычных условиях, время достижения цели за первые 10 дней обучения снизилось с 24 до 15 сек., для беспородных крыс. У крыс линий Long Evans и Dumbo – с 20 до 12 сек. К концу четвертой недели обучения время достижения цели у беспородных крыс составило около 10 сек, у крыс линий Long Evans и Dumbo – около 6 сек. Крысы линии Dumbo показали лучшие показатели по скорости и качеству обучения.

У животных, находившихся в условиях обогащенной среды, время достижения цели за 10 дней обучения снизилось с 18-26 секунд, до 5-6 секунд, оставаясь практически неизменным до конца периода обучения. При этом не отмечается статистически значимых межгрупповых различий ($p>0,05$ по критерию Стьюдента для независимых выборок) между крысами различного вида.

Таким образом, обогащенная среда качественно ускоряет обучение крыс, в результате чего становится не важно, какой вид крыс используется для обучения.

Список использованных источников:

1. Драган С.П., Комаров Д.Б., Веселовский И.А., Богомолов А.В. Исследование особенностей формирования поведенческих навыков в трёхлучевом лабиринте // Биофизика. – 2024. – Т. 69, №5. – С. 1104-1108.
2. Драган С.П., Веселовский И.А., Комаров Д.Б., Богомолов А.В. Методика формирования поведенческих реакций у лабораторных животных // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2023. – Т. 15, №4. – С. 11-28.

КОНТРОЛЬНЫЕ УРОВНИ ТРАНСЛОКАЦИЙ В КУЛЬТУРАХ ЛИМФОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЁХЦВЕТНОГО И МНОГОЦВЕТНОГО FISH-ОКРАШИВАНИЯ

Е.Е. Ломоносова, В.Ю. Нугис,
В.А. Никитина, М.Г. Козлова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Цитогенетические методики являются наиболее часто используемыми способами биологической дозиметрии. Независимо от их вариантов получение данных об уровнях аберраций хромосом в культурах лимфоцитов периферической крови в контрольных популяциях всегда было очень важным, т.к. только на этой основе можно делать выводы относительно как самого факта внешнего генотоксического воздействия, так и оценки его величины, включая облучение. Особенно это актуально в случаях ретроспективной оценки доз и при их низких значениях, причём исходные уровни аберраций хромосом оказываются неизвестными. Необходимо отметить, что для практических целей биологической индикации дозы от случайного облучения наибольшее значение имеет знание величин не спонтанной частоты повреждений хромосом и даже не фоновых значений, а именно их контрольного уровня. Здесь под фоновой частотой подразумевается величина частоты аберраций хромосом, индуцируемых только естественными источниками ионизирующих излучений. Контрольные же величины для какого-либо контингента или популяции могут включать в себя, например, последствия воздействия широко распространѐнных источников медицинского характера, избежать влияния которых оказывается очень сложно, и они становятся реальной составляющей общего фона, как от естественных, так и от искусственных источников радиации без возникновения аварийной ситуации.

Как известно, в настоящее время, в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ, для оценки дозы ионизирующих изучений в отдалённые сроки

после экспозиции предлагается использовать различные методики цельнохромосомного FISH-окрашивания. С целью увеличить число регистрируемых транслокаций, способствовать улучшению оценки радиочувствительности и выявлению сложных перестроек хромосом предложили использовать FISH-окрашивание различных комбинаций отдельных хромосом с помощью разных (2-3) флуоресцентных красителей, например, трёхцветный FISH-метод. Также для ещё более точного учёта и дифференциации различных хромосомных аберраций был разработан и много(мульти)цветный FISH-метод (mFISH), который позволяет после компьютерной обработки визуализировать каждую пару хромосом по их окраске и проводить полногеномное кариотипирование.

В настоящем исследовании материалом для цитогенетического анализа послужила кровь, полученная из кубитальной вены, 32 относительно здоровых доноров. Также для научного анализа к результатам обследования этой группы, специально отобранной для данного исследования, были присоединены данные, полученные в экспериментах с облучением периферической крови in vitro трёх доноров и последующим подсчётом аберраций хромосом с помощью трёхцветного FISH-окрашивания (необлучённые аликвоты). Таким образом, окончательно в число обследованных с использованием трёхцветного и мультицветного FISH-методов было включено соответственно 35 человек (21 женщина и 14 мужчин) и 32 человека (20 женщин и 12 мужчин) соответственно. Все доноры – русские.

В группе доноров-добровольцев, у которых осуществлялось трёхцветное FISH-окрашивание, возраста женщин (40,4±3,1 лет) и мужчин (35,0±2,2 лет) статистически значимо не различались (p=0,409). Наблюдаемые средние частоты FISH-транслокаций на 100 всех клеток у женщин и мужчин были примерно одинаковы: 0,20±0,03 и 0,24±0,06 (p=0,522) соответственно, что свидетельствует об отсутствии гендерных различий. Аналогично обстояло дело и при обследовании несколько меньшей группы с использованием mFISH-метода: возраста женщин и мужчин в среднем также статистически существенно не различались, составляя 40,9±3,1 и 33,6±2,5 лет (p=0,155). Средние частоты транслокаций составляли для женщин и мужчин 0,77±0,13 и 0,74±0,23 соответственно при отсутствии статистически существенных

гендерных различий (p=0,612). Во всех этих сравнениях использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни.

Для сравнения частот транслокаций, установленных с помощью трёхцветного и мультицветного FISH-методов, с помощью специальной формулы осуществляли пересчёт частот транслокаций, реально наблюдаемых в первом случае, в геномные частоты. Средние значения частот транслокаций составили соответственно 0,64±0,09 на 100 геном-эквивалентных клеток при трёхцветном и 0,76±0,12 на 100 проанализированных клеток при многоцветном FISH-окрашиваниях. С помощью непараметрического критерия Уилкоксона для связанных выборок было показано отсутствие существенного различия между этими показателями (p=0,318).

Статистическая обработка результатов проведенных исследований позволило сделать также некоторые общие выводы, констатирующие отсутствие влияния на уровни регистрируемых транслокаций в культурах лимфоцитов периферической крови в контрольной группе доноров-добровольцев следующих факторов:

- стоматологические рентгенологические исследования;
- другие местные разовые диагностическое радиационные воздействия;
- ежегодная флюорографию лёгких при диспансеризации;
- заболевание ОРВИ или новой короновирусной инфекцией COVID-19;
- курение, однако, в обследованной группе было мало людей, подверженных этой привычке.

Регрессионный анализ по методу наименьших квадратов продемонстрировал наличие существенной корреляционной связи умеренной силы между возрастом и частотой FISH-регистрируемых транслокаций в культурах лимфоцитов периферической крови в контрольной группе доноров-добровольцев как при трёхцветном, так и мультицветном FISH-окрашивании с получением соответствующих уравнений и графиков с 95%-доверительными интервалами для индивидуальных значений. Последние позволяют производить оценку существенности превышения наблюдаемых уровней транслокаций в культурах лимфоцитов периферической крови обследуемых людей над контрольными значениями.

ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ГИДРОГЕЛЯ ИЗ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ

С.М. Масалимова[1], Т.А. Астрелина[1], Д.Ю. Усупжанова[1], А.О. Завьялов[1], Н.П. Яшин[1], М.В. Меркулов[1], Ю.И. Булычева[1], Т.Ф. Маливанова[1], И.В. Кобзева[1], Ю.Б. Сучкова[1], В.А. Брунчуков[1], О.Ф. Серова[2], А.С. Самойлов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ГБУЗ МО «МОПЦ», г. Балашиха, РФ

Актуальность. Гидрогели из внеклеточного матрикса тканей являются перспективными биоматериалами в области регенеративной медицины. Внеклеточный матрикс (ВКМ) тканей представляет собой сложную сеть макромолекул, обеспечивающую жизнеспособность клеток, а также регулирующую их функциональную активность [1]. Основными составляющими ВКМ являются коллагены различных типов, эластин, фибронектин, ламинины, протеогликаны и гликозаминогликаны (GAG), а также факторы роста [2]. Важно отметить, что ВКМ характеризуются тканеспецифичностью, т.е. уникальностью состава в зависимости от тканевой принадлежности [3]. Помимо этого, состав получаемого ВКМ также зависит от метода децеллюляризации ткани, используемого для удаления иммуногеных клеточных компонентов [4]. Реагенты, применяемые в процессе децеллюляризации, включают в себя агрессивные детергенты и ферменты, длительное воздействие которых может приводить к повреждению структуры матрикса и элиминации таких белков, как коллаген, ламинин, фибронектин и эластин [5]. Безусловно, подобные изменения состава ВКМ оказывают существенное влияние на физические и биохимические свойства гидрогелей, получаемых на их основе [6]. Анализ и подтверждение биохимического состава гидрогелей из ВКМ является ключевым этапом в разработке эффективных и безопасных гидрогелевых препаратов, способствующих

улучшению качества жизни пациентов и расширению возможностей современной медицины.

Материалы и методы. Для оценки биохимического состава гидрогеля из ВКМ тканей плаценты были использованы колориметрические (общий белок и гидроксипролин), а также иммуноферментный (ИФА коллаген I типа) методы анализа. Определение концентрации вещества в исследуемом образце осуществлялось с помощью калибровочной кривой, построенной на основании значений оптической плотности стандартных образцов с известной концентрацией. Оценка значений оптической плотности исследуемых образов осуществлялась с помощью спектрофотометра в составе системы BioTek Cytation5.

1. Анализ общего белка был проведен с помощью набора FineTest BCA Protein Assay Kit (кат. № K001). Принцип метода исследования заключается в восстановлении меди Cu^{+2} до Cu^{1+} белком в щелочной среде (биуретовая реакция) с образованием растворимого комплексного соединения фиолетового цвета в конечном растворе и дальнейшем измерении оптической плотности при 562 нм.
2. Анализ гидроксипролина в образцах был проведен с помощью набора Elabscience Hydroxyproline Colorimetric Assay Kit (кат. № E-BC-K061-S). Принцип метода заключается в окислении гидроксипролина под действием окислителя и дальнейшей реакции получившегося продукта с диметиламинобензолом. Конечный раствор приобретает пурпурно-красный цвет, после чего снимаются показания оптической плотности при 550 нм.
3. Анализ коллагена 1 типа был проведен с помощью набора Cusabio Human COL1A1 (кат. № CSB-E13445h). Принцип метода заключается в реакции коллагена в образце с первичным антителом, сорбированным на дне лунки коммерческого планшета, и дальнейшей реакции со вторичным антителом, ассоциированным с биотином. Детекция результатов осуществляется после реакции авидин-ферментного реагента с субстратом (тетраметилбензидин) и внесения в лунки кислого стоп-раствора. Показания оптической плотности снимаются при 450 нм.

Результаты. Осуществлялся пересчет полученных значений концентрации вещества в исследуемом образце на 1 мг сухой навески лиофилизата ВКМ (лио-ВКМ), используемого для приготовления гидрогеля с различными концентрациями. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты биохимической оценки состава гидрогеля из ВКМ тканей плаценты (*ОВР - окислительно-восстановительная реакция).

	Метод	Образец	Результат		
			Конц. в образце	Содержание в 1 мг лио-ВКМ	Массовая доля в лио-ВКМ
Общий белок	*ОВР, колориметрия	Гидрогель	2,1 мг/мл	0,105 мг	10,5%
Гидроксипролин	ОВР, колориметрия	Лиофилизат	97,1 мг/мл	0,032 мг	3,2%
Коллаген I типа	ИФА	Лиофилизат	2,62 нг/мл	6,6 пг	0,00000066%

Выводы. На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы:

1. Согласно данным литературы [7], уровень коллагена, содержащийся в образцах, может быть рассчитан на основании концентрации гидроксипролина – аминокислоты, составляющей ~14% от общей массы коллагена млекопитающих. Таким образом, в исследуемых образцах гидрогеля содержится 0,23 мг коллагена на 1 мг лио-ВКМ, что составляет 20% от общей массы навески. Очевидно противоречие, поскольку результаты исследования уровня общего белка в образцах свидетельствует о значении в 10% от общей массы лио-ВКМ.
2. Результаты исследования уровня коллагена I типа свидетельствуют о его незначительном содержании в образцах – 0,00000066% от общей массы лио-ВКМ. Очевидно противоречие, поскольку уровень гидроксипролина указывает на высокий уровень содержания коллагена в образцах.
3. Наблюдаемые противоречия свидетельствуют о специфике количественных исследований биохимического состава гидрогелей из ВКМ тканей и могут быть объяснены многостадийностью пробоподготовки образцов гидрогелей: децеллюляризация, лиофилизация, гомогенизация и солюбилизацию ВКМ – процессы, приводящие к физической конформации и химической деградации компонентов ВКМ, в том числе коллагена, и, как следствие, ограничениям их количественного определения методами ИФА и колориметрии.

Список использованных источников:

1. Hussey G. S., Cramer M. C., Badylak S. F. Extracellular matrix bioscaffolds for building gastrointestinal tissue //Cellular and molecular gastroenterology and hepatology. – 2018. – Т. 5. – №. 1. – С. 1-13.

2. Isaeva EV, Beketov EE, Arguchinskaya NV, Ivanov SA, Shegay PV, Kaprin AD. Decellularized Extracellular Matrix for Tissue Engineering (Review). Sovrem Tekhnologii Med. 2022;14(3):57-68. doi: 10.17691/stm2022.14.3.07. Epub 2022 May 28. PMID: 37064810; PMCID: PMC10090917.)
3. Ragelle H., Naba A., Larson B.L., Zhou F., Prijić M., Whittaker C.A., Rosarioa A.D., Langer R., Hynes R.O., Anderson D.G. Comprehensive proteomic characterization of stem cell-derived extracellular matrices. Biomaterials 2017; 128: 147–159, https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2017.03.008.
4. Keane T.J., Swinehart I.T., Badylak S.F. Methods of tissue decellularization used for preparation of biologic scaffolds and in vivo relevance. Methods 2015; 84: 25–34, https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2015.03.005.
5. Cramer M.C., Badylak S.F. Extracellular matrix-based biomaterials and their influence upon cell behavior. Ann Biomed Eng 2020; 48(7): 2132–2153, https://doi.org/10.1007/s10439-019-02408-9.
6. Gilbert T.W., Sellaro T.L., Badylak S.F. Decellularization of tissues and organs. Biomaterials 2006; 27(19): 3675–3683, https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2006.02.014.
7. Tush E.V., Eliseeva T.I., Khaletskaya O.V., Krasilnikova S.V., Ovsyannikov D.Yu., Potemina T.E., Ignatov S.K. Extracellular Matrix Markers and Methods for Their Study (Review). Sovremennye tehnologii v medicine 2019; 11(2): 133, https://doi.org/10.17691/stm2019.11.2.20.

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПРЕПАРАТА ГИДРОГЕЛЯ НА МОДЕЛИ РАДИАЦИОННОГО ПОРАЖЕНИЯ КОЖИ

М.В. Меркулов[1], Т.А. Астрелина[1], Д.Ю. Усупжанова[1], А.О. Завьялов[1], Н.П. Яшин[1], С.М. Масалимова[1], Т.Ф. Маливанова[1], И.В. Кобзева[1], Ю.Б. Сучкова[1], В.А. Брунчуков[1], О.Г. Михадаркина[1], Е.А. Дубова[1] А.С. Самойлов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва

Актуальность. Совершенствование существующих и разработка новых методов терапии местных лучевых поражений (МЛП) кожи весьма актуальны. Одним из перспективных направлений в этой области являются препараты гидрогелей. Высоким регенеративным потенциалом обладают гидрогели,

полученные из лиофилизатов децеллюляризированных тканей. Благодаря многокомпонентному составу и наличию таких компонентов соединительной ткани, как коллаген, ламинин, фибронектин, эластин, а также растворимых ростовых факторов, данные гидрогели способны стимулировать миграцию клеток, их адгезию, жизнеспособность и функциональную активность в раневом ложе [1]. С целью повышения удобства эксплуатации (улучшение механических свойств препарата), а также замедления процесса биодеградации, препараты гидрогелей на основе децеллюляризированных тканей возможно модифицировать, в частности методом химической сшивки генипином (GNP) [2].

Цель исследования: оценить течение раневого процесса МЛП кожи у лабораторных животных после применения препарата модифицированного гидрогеля.

Материалы и методы. В исследовании 15 лабораторных животных (крысы породы Wistar мужского пола в возрасте 10-12 недель и массой 225,0±25,0 г) были разделены на 3 группы в зависимости от вида проводимой терапии на 28-32, 35, 42 сутки после облучения: группа К, (n=5) – контрольная группа; группа Г, (n=5) – терапия препаратом гидрогеля (1 мл); группа Г+GNP, (n=5) – терапия препарат модифицированного гидрогеля с 0,2 мМ GNP (1 мл). Также всем животным накладывалась защитная пленка (Suprasorb F, Россия) и повязки из ветеринарного бинта (Optipetini, Россия).

Для моделирования МЛП использовали рентгеновскую биологическую установку ЛНК-268-ПС с параметрами режима работы: установленная доза 110 Гр, время экспозиции 312 сек, мощность дозы 21,1 Гр/мин, напряжение 30 кВ, точность измерения дозы ±5%. В течение 119 суток после моделирования МЛП оценивали течение раневого процесса путем планиметрических исследований для дальнейшего расчета общей площади видоизмененной поверхности, площади раневой поверхности (отрытой раневой и эпителизированной) с помощью программного обеспечения ImageJ (National Institute of Mental Health, США).

Пробоподготовка препарата гидрогеля осуществлялась в условиях стерильного бокса в ламинарном потоке с использованием ранее полученного в лаборатории Аддитивных технологий ЦБМиАТ стерильного лиофилизата децеллюляризированных тканей человека. Генипин до конечной концентрации 0,2 мМ вносился в препарат непосредственно перед нанесением гидрогеля на раневую поверхность.

Парафиновые срезы биоптатов кожи с МЛП для морфометрических исследований были окрашены гематоксилином, эозином и альциановым синим. Иммуногистохимическое окрашивание антителами к EGF (эпителиальный фактор роста), FGF2 (фактор роста фибробластов), KGF (фактор роста кератиноцитов) проводилось автоматизированным методом с помощью иммуногистостейнера Ventana BenchMark Ultra согласно прилагаемому к антителам протоколу окрашивания.

Результаты исследования представлены в таблице 1. Было показано, что в опытных группах животных, получавших терапию, быстрее сокращалась площадь открытой раневой поверхности (ОРП), также преимущественно наблюдалась слабая воспалительная инфильтрация. Кроме того, у животных, демонстрирующих полное заживление МЛП, не было обнаружено воспалительной инфильтрации, зон некроза, также присутствовали зачатки волосяных фолликулов. Наиболее высокий уровень EGF и FGF2 наблюдался в группе животных, получавших терапию в виде не модифицированного препарата гидрогеля.

Таблица 1 – Сравнение результатов опытных групп животных

	Контроль (n=5)	**Препарат гидрогеля (n=5)**	**Препарат гидрогеля+GNP (n=4)**
S (ОРП) ~30%	На 70 сутки	На **56 сутки**	**На 56 сутки** (n=5)
Кратность уменьшения S (ОРП) в группе, с 28 по 119 сутки	В 3,49 раз	В 3,74 раз	**В 6,15 раз**
Полное заживление МЛП на 119 сутки	0% животных	**40%** животных	0% животных
Отсутствие воспалительной инфильтрации	0% животных	**40%** животных	0% животных
Полуколичественная оценка ростовых факторов EGF, FGF2	++	+++	+

Заключение. Таким образом, в ходе планиметрических, гистологических и иммуногистохимических исследований было показано, что препараты гидрогелей оказывают положительное влияние на динамику течения раневого

процесса МЛП, однако, не модифицированный препарат гидрогеля оказывает наиболее выраженный терапевтический эффект.

Список использованных источников:

1. Zhang, W., Du, A., Liu, S., Lv, M., & Chen, S. (2021). Research progress in decellularized extracellular matrix-derived hydrogels. Regenerative therapy, 18, 88–96.
2. Chem. Heterocycl. Compd. 2017, 53(1), 21–35. Химия гетероцикл. соединений 2017, 53(1), 21–35.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ГИДРОГЕЛЯ ИЗ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПЕРСОНИФИЦИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЫ

Д.Ю. Усупжанова[1], Т.А. Астрелина[1], И.В. Кобзева[1], Ю.Б. Сучкова[1], Т.Ф. Маливанова[1], Ю.И. Булычева[1], В.А. Брунчуков[1], О.Г. Михадаркина[1], О.Ф. Серова[2], А.С. Самойлов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ГБУЗ МО «МОПЦ», г. Балашиха, РФ

На сегодняшний день изделия из гидрогелей широко представлены во многих областях, в частности, медицинской практике. Они могут быть получены как из искусственного, так и из натурального сырья, а также представлены в виде инъекционных форм и раневых покрытий [1]. Среди средств лечения поражений кожи различного генеза особое место занимают препараты гидрогелей на основе коллагена, поскольку он является основным компонентом соединительной ткани и способен выступить матрицей для адгезии клеток-резидентов. Также в пораженной зоне немаловажными являются поддержка клеточного гомеостаза, про- и противовоспалительная регуляция микроокружения. В этой связи гидрогели, полученные из внеклеточного матрикса (ВКМ) тканей человека представляются одними из перспективных средств лечения, поскольку помимо коллагенов различных

типов обогащены ростовыми факторами, а также такими компонентами соединительной ткани как фибронектин, эластин, глюкозаминогликаны и ламинины. Оказывая влияние на течение воспалительного процесса, а также обеспечивая временную индуктивную нишу для адгезии и пролиферации клеток, гидрогели из ВКМ способствуют регенерации повреждения. Кроме того, подобные гидрогели отличаются превосходной биосовместимостью [2]. Основными недостатками гидрогелей из ВКМ тканей являются их механические свойства – неспособность держать заданную форму, а также ограниченный доступ к биоматериалу человека для их изготовления (инвазивность забора материала, ограничения законодательной базы). В этой связи ткани плаценты человека представляются наиболее удобным источником ВКМ для изготовления гидрогелей на их основе. Одним из направлений оптимизации механических свойств гидрогелей из ВКМ является их модификация методом химической сшивки.

В представленном исследовании была воспроизведена и усовершенствована многостадийная технология получения гидрогеля из ВКМ плаценты человека, в частности, этапы децеллюляризации тканей (без использования агрессивных поверхностно-активных веществ) и солюбилизации лиофилизата ВКМ (смена растворителя), а также предложен способ модификации получаемого гидрогеля методом химической биосовместимой сшивки генипином (GNP: 0,2; 0,5; 1 и 2 мМ). Проведенные спектрофотометрические (580 нм, BioTek Cytation 5) и реологические (DMA MCR 702 MultiDrive Anton Paar, Австрия) исследования показателей жесткости (модулей упругости и потерь), пластичности (предел деформации) и времени же- латинизации показали, что наиболее оптимальная концентрация сшивающего агента GNP в препарате гидрогеля (15 мг лиофилизата / мл) – 0,2 мМ (Рисунок 1).

Исследования по оценке биосовместимости химически модифицированного гидрогеля из ВКМ *in vitro* на модели мезенхимальных стромальных клеток десны человека продемонстрировали их пролонгированное (до 72 часов) выживание и функциональную активность (Live-Dead, Invitrogen). Результаты оценки разрешающей способности 3D-печати (3D-биопринтер Dr. Invivo 4D Rokit) продемонстрировали ее значительное увеличение для модели сетки (10x10), созданной на основе модифицированного (GNP 0,2 мМ) гидрогеля из ВКМ плаценты человека.

Рисунок 1 – Результаты реологических исследований

Рисунок 2 – Результаты оценки биосовместимости и разрешающей способности 3D-печати

Таким образом, гидрогель из ВКМ плаценты человека, полученный по усовершенствованной технологии и модифицированный методом химической сшивки GNP, демонстрирует удовлетворительные механические свойства, а также биосовместимость *in vitro*, и выступает перспективным материалом для создания персонифицированных форм с высоким регенеративным потенциалом методом 3D-биопринтинга.

Список использованных источников:

1. Correa S, Grosskopf AK, Lopez Hernandez H, et al. Translational Applications of Hydrogels. Chem Rev. 2021;121(18):11385-11457. doi:10.1021/acs.chemrev.0c01177.
2. Zhang W, Du A, Liu S, Lv M, Chen S. Research progress in decellularized extracel- lular matrix-derived hydrogels. Regen Ther. 2021 May 18;18:88-96. doi: 10.1016/j.reth.2021.04.002. PMID: 34095366; PMCID: PMC8142036.

ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ СВОЙСТВ ГИДРОГЕЛЯ НА ОСНОВЕ ВНЕКЛЕТОЧНОГО МАТРИКСА ТКАНЕЙ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ЗАДАЧ РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

Н.П. Яшин[1], Т.А. Астрелина[1], Д.Ю. Усупжанова[1], А.О. Завьялов[1], М.В. Меркулов[1], С.М. Масалимова[1], Т.Ф. Маливанова[1], И.В. Кобзева[1], Ю.Б. Сучкова[1], В.А. Брунчуков[1], О.Г. Михадаркина[1], А.С. Самойлов[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Гидрогели представляют собой высокогидратированные полимерные материалы (более 30% воды по массе), устойчивость которых поддерживается химическими или физическими поперечными связями между полимерными цепями. Полимеры в составе гидрогелей могут быть как синтетического, так и природного происхождения (гиалуроновая кислота, коллаген и др.), обе группы многофункциональны в области регенеративной медицины: доставка биологически активных веществ, заполнение полостей, укрытие раневых поверхностей и др. Особый интерес представляют собой гидрогели, полученные из внеклеточного матрикса тканей. Внеклеточный матрикс (ВКМ) – это сложная и динамичная система, состоящая из различных компонентов, включая структурные и сигнальные макромолекулы, такие как коллагены, эластин, фибронектин, ламинины, гликозаминогликаны (ГАГ), протеогликаны, факторы роста и др. ВКМ обеспечивает структурную поддержку органа, регулируя адгезию, пролиферацию, миграцию и дифференцировку клеток, а его состав варьирует в зависимости от типа ткани и её функциональной

активности. Гидрогели, полученные на основе ВКМ тканей, отличаются высоким регенеративным потенциалом и биосовместимостью. Однако существующие подходы получения гидрогелей из ВКМ чаще всего подразумевают использование отдельных его компонентов (например, гиалуроновую кислоту, коллаген) [1]. Разработанная в лаборатории аддитивных технологий Центра биомедицинских и аддитивных технологий (ЦБМиАТ) технология позволяет сохранить многокомпонентный состав гидрогеля из ВКМ. Процесс включает следующие этапы: забор и обработка исходного биоматериала; децеллюляризация тканей для удаления иммуногеных клеточных компонентов; лиофилизация и гомогенизация ВКМ для хранения и эффективной солюбилизации биоматериала; солюбилизация ВКМ и нейтрализация полученного раствора до физиологических значений pH; полимеризация раствора при 37°C для формирования трёхмерной структуры гидрогеля. В результате, полученные гидрогели, сохраняют биохимическое разнообразие нативного ВКМ, что обеспечивает его высокий регенеративный потенциал и биосовместимость [2]. Однако недостаточная механическая прочность гидрогелей на основе ВКМ, обусловленная разрывом ковалентных связей при изготовлении, ограничивает их применение. В лаборатории аддитивных технологий ЦБМиАТ также разрабатываются подходы к химической модификации свойств гидрогелей из ВКМ для преодоления этого ограничения [2]. Необходимость разработки новых методов обусловлена также недостатками существующих технологий сшивки: цитотоксичностью получаемого материала, его ограниченной контролируемостью свойств, выделением токсичных побочных продуктов [3].

Глутаровый альдегид (ГА) – наиболее популярный и доступный сшивающий агент коллагена, основного компонента ВКМ. ГА образует прочные, термо- и химически стабильные сшивки между остатками лизина, способствуя сшивке молекул коллагена на значительном расстоянии друг от друга. ГА обладает значительной цитотоксичностью, может вызывать кальцификацию тканей и выделять токсичные продукты при деградации. Также, несмотря на улучшение механических свойств материала, долгосрочная биосовместимость и скорость естественной биодеградации (из-за устойчивости к коллагеназе) требуют дополнительных исследований *in vivo* [4]. Фотополимеризация – еще один перспективный подход к химической сшивке биоматериалов. В этом методе

фотоинициатор, активируемый ультрафиолетовым (УФ) светом, запускает реакцию образования ковалентных сшивок, образуя дополнительную сеть химических связей в гидрогеле. Так, гиалуроновая кислота совместно с метакриловым ангидридом, содержащим фотополимеризуемые метакрилатные группы, подвергается УФ-облучению в присутствии фотоинициатора и приводит к улучшению механических свойств гидрогеля. Преимуществом данного метода является контролируемый пространственно-временной процесс, возможность образования сложных структур, однако необходимо учитывать возможность высокой цитотоксичности фотоинициатора [6]. В лаборатории аддитивных технологий ЦБМиАТ разработан подход к модификации свойств гидрогелей с помощью генипина [2, 5]. Генипин – природный иридоидный гликозид, используется для сшивания коллагеновых матриксов путем реакции его циклической структуры с аминогруппами коллагена. Степень сшивки регулируется путем изменения соотношения сшивающего агента и субстрата, а также pH среды. Преимуществом генипина является его сравнительно высокая биосовместимость. К недостаткам относятся образование окрашенных побочных продуктов реакции и необходимость проведения детальных исследований его влияния на регенеративный потенциал гидрогелей из ВКМ [5].

Таким образом, гидрогели из ВКМ обладают высоким регенеративным потенциалом и биосовместимостью, однако низкой механической прочностью. ЦБМиАТ продолжает оптимизировать технологию изготовления подобных гидрогелей, а также разрабатывает новые подходы к их химической модификации для улучшения механических свойств. Это актуально для задач регенеративной медицины, в частности, при создании тканеинженерных конструкций.

Список использованных источников:

1. Saldin, Lindsey T., и др. «Extracellular matrix hydrogels from decellularized tissues: Structure and function». Acta Biomaterialia, т. 49, 2017 г., сс. 1–15.
2. Усупжанова Д. Ю. и др. «Оптимизация свойств гидрогеля из внеклеточного матрикса тканей человека для задач регенеративной персонифицированной медицины». Материалы VI Национального конгресса по регенеративной медицине, 2024 г., сс. 1157-1000
3. Нащекина Ю. А. и др. «Химические сшивающие агенты для

коллагена: механизмы взаимодействия и перспективы применения в регенеративной медицине». Цитология, т. 62, вып. 7, 2020 г., стр. 459–72.
4. Umashankar, Pr, и др. «Glutaraldehyde Treatment Elicits Toxic Response Compared to Decellularization in Bovine Pericardium». Toxicology International, т. 19, вып. 1, 2012 г., с. 51.
5. Меркулов М. В. и др. «Эффективность препарата гидрогеля при лечении радиационных поражений кожи у лабораторных животных». Материалы VI Национального конгресса по регенеративной медицине, 2024 г., сс. 1157-645
6. Kong, Weili, и др. «The Effects of Chemical Crosslinking Manners on the Physical Properties and Biocompatibility of Collagen Type I/Hyaluronic Acid Composite Hydrogels». International Journal of Biological Macromolecules, т. 160, 2020 г., сс. 1201–11.

КЛИНИКО-ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ БЕНЗОЛА И РИСК РАЗВИТИЯ ОНКОГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ: КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ И ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В.В. Покатилов, С.И. Ёжиков

Филиал ФГБУЗ ЦМСЧ № 119 ФМБА России – МСЧ № 55, г. Москва, РФ

Актуальность. Бензол является одним из самых токсичных органических растворителей, относящихся к ароматическим углеводородам. Он относится к промышленным канцерогенам 2 класса опасности.

В последние годы во всем мире идёт тенденция к ограничению его применения и замене менее токсичными гомологами. Тем не менее бензол продолжает входить в десятку основных органических растворителей, используемых в химической промышленности.

Рабочая группа Международной ассоциации по исследованию рака в 2017 году сделала вывод о том, что существуют достаточные доказательства того, что бензол вызывает острый миелоидный лейкоз [1]. Кроме того, указано на сильную положительную связь с острым лимфолейкозом, хроническим лимфоцитарным лейкозом, множественной миеломой и неходжкинской

лимфомой [1]. В Российской Федерации также с начала 2010-х гг. проводились исследования влияния бензола и его производных на показатели периферической крови, в частности, среди работников нефтехимической промышленности [2].

Цель исследования: изучить состояние системы крови сотрудников лабораторий, работающих с бензолом и его производными, в связи с риском развития онкогематологических заболеваний, а также провести обзор ключевых литературных источников по данной теме.

Материалы и методы. Изучены показатели клинического анализа крови (гематологический анализатор + микроскопия мазка) у 20 сотрудников (10 в группе исследования и 10 группа контроля) на протяжении 3 лет, выделены клинико-гематологические варианты воздействия бензола и его производных на ростки крови.

Поиск литературных данных проведён по открытым электронным базам данных научной литературы PubMed, КиберЛенинка, MedLine, Elibrary. Для поиска использовали следующие поисковые запросы: «бензол», «токсичность», «гематологические изменения» за период 2019-2024 гг.

Результаты исследования:

1. Основными клинико-гематологическими изменениями явились анемия – 5 чел., лейкопения – 4 чел., двухростковая цитопения – 2 чел. – легкой степени;
2. Все наблюдаемые изменения периферической крови носили обратимый характер;
3. Онкогематологических заболеваний за 3 года наблюдения среди сотрудников не выявлено.

Токсическое действие бензола и его производных на организм человека изучается уже на протяжении более 100 лет. Первое описание токсического эффекта дано в 1897 г. Le Noir и Claude, а первый клинический случай лейкоза, связанного с бензолом описан в 192 8г. [3]. В исследовании Ward и соавт. (1996) изучались результаты воздействия бензола на работников нефтеперерабатывающего завода в течение 35 лет (1940-1975 гг.) [4]. В одном из последних исследований выявлена способность бензола и его производных воздействовать на ядерные рецепторы и провоцировать посттрансляционные изменения на белковом уровне, тем самым влияя на функцию регуляторных белков, включая онкобелки и белки-супрессоры опухолей [5].

Выводы:

1. Клинико-гематологическая картина отражает влияние бензола на все три ростка крови даже при воздействии в низких дозах;

2. Особое внимание при анализе показателей периферической крови у сотрудников, работающих с бензолом и его производными, следует обращать на показатели эритропоэза (ретикулоциты + эритроцитарные индексы), а также на атипичные изменения в других ростках;

3. Изменения в лейкоцитарной формуле (миелоидный ряд), в совокупности с клиническими данными, позволяют заподозрить развитие миелопролиферативных заболеваний на ранней стадии;

4. Таким образом, тщательная динамическая оценка показателей периферической крови в ходе периодических медицинских осмотров, улучшение условий и строгое соблюдение правил охраны труда в лабораториях — применение индивидуальных средств защиты органов дыхания, кожи и слизистых, соблюдение норм ПДК в воздухе рабочей зоны и временных нормативов работы - являются эффективными мерами по снижению риска онкогематологических заболеваний у работающих с бензолом и его производными.

Список использованных источников:

1. Loomis D, Guyton KZ, Grosse Y et al (2017) Carcinogenicity of benzene. Lancet Oncol 18(12):1574–1575. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(17)30832-X.
2. Бадамшина Г. Г., Бакиров А. Б., Бакирова А. Э., Каримова Л. К., Бакиров Б. А., Бейгул Н. А. Особенности изменения показателей периферической крови у работников нефтехимического производства // Медицинский вестник Башкортостана. 2013. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-izmeneniya-pokazateley-periphericheskoy-krovi-u-rabotnikov-neftehimicheskogo-proizvodstva (дата обращения: 08.01.2025).
3. Landrigan PJ. Benzene and blood: one hundred years of evidence. Am J Ind Med. 1996 Mar;29(3):225-6. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(199603)29:3<225::AID-AJIM1>3.0.CO;2-P. PMID: 8833774.
4. Ward E, Hornung R, Morris J, Rinsky R, Wild D, Halperin W, Guthrie W. Risk of low red or white blood cell count related to estimated benzene exposure in a rubberworker cohort (1940-1975). Am J Ind Med. 1996 Mar;29(3):247-57. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(199603)29:3<247::AID-AJIM4>3.0.CO;2-N. PMID: 8833777.
5. Spatari G, Allegra A, Carrieri M, Pioggia G, Gangemi S. Epigenetic Effects of Benzene in Hematologic Neoplasms: The Altered Gene Expression. Cancers (Basel). 2021 May 14;13(10):2392. doi: 10.3390/cancers13102392. PMID: 34069279; PMCID: PMC8156840.

Раздел 7. Стоматология

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТОВ МЕТРОГИЛ И АИКАР В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ПАРОДОНТИТА

А.И. Абдуллаева, В.Н. Олесова, Д.Ю. Акопов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Существующие достижения в понимании патологического процесса, общепринятые методы лечения пародонтита, включая базисное лечение, пародонтальную хирургию и адъювантное назначение лекарств, по-прежнему не обеспечивают достаточное восстановление тканей пародонта. В последнее время появляются все больше исследований, указывающих на то, что возникновению пародонтита и повышению риска связанных с ним системных заболеваний может способствовать митохондриальная дисфункция [1, 2]. Митохондрии являются важнейшими органеллами для многих клеточных процессов. Нарушения функций митохондрий не только влияют на клеточный метаболизм, но также косвенно влияют на здоровье и продолжительность жизни людей. Митохондриальная дисфункция вовлечена во многие распространенные полигенные заболевания, включая сердечно-сосудистые и нейродегенеративные заболевания.

Существуют множество соединений митохондриально-направленного действия, способных восстанавливать митохондриальные функции в тканях, а также инициировать защитные клеточные механизмы. Среди них значительный интерес представляет 5-аминоимидазол-4-карбоксамид-рибоза (Аикар), природный аналог аденозинмонофосфата (АМФ), который

транспортируется в клетки и широко используется в экспериментах. Несмотря на то, что молекулярные механизмы действия Аикар остаются не до конца изучены, известно, что это соединение обладает противовоспалительными, антиоксидантными и антиканцерогенными свойствами [3, 4].

Цель работы – оценить влияние препаратов Метрогил и Аикар на структурно-функциональные нарушения в митохондриях тканей пародонта экспериментальной модели пародонтита у лабораторных крыс.

Материалы и методы. В работе использовались самцы белых крыс линии *Wistar* массой 221±7,5 г в возрасте 4 месяцев. Животные были разделены методом простой рандомизации на четыре группы, по 10 животных в каждой: 1-я группа – интактная (контрольная группа); 2-я группа – крысы с моделированным пародонтитом; 3-я группа – крысы с моделированным пародонтитом и применением препарата Метрогил; 4-я группа – крысы с моделированным пародонтитом и комбинированным применением препаратов Метрогил и Аикар; Экспериментальный пародонтит (ЭП) у крыс моделировали лигатурным методом путем вшивания в десну полифиламентной нерассасывающейся нити в области резцов нижней челюсти [5]. В качестве оценочных молекулярно-генетических и биохимических параметров использовались: повреждение ядерной ДНК (яДНК) и митохондриальной ДНК (мтДНК), копийности мтДНК и степени ее гетероплазмии, а также уровни малонового диальдегида (МДА) и восстановленного глутатиона (ГЛТ).

Результаты. В работе показано, что у животных на 14 день после наложения лигатуры в ткани пародонта регистрируются повышенный уровень повреждений и гетероплазмии мтДНК, по сравнению с контрольной группой. У этих же животных наблюдалось снижение уровня ГЛТ, в то время как уровень МДА являлся повышенными, по сравнению с контрольными животными. В других группах крыс с ЭП оценивалось модуляция этих повреждений с использованием препарата Метрогил, а также комбинированным применением препаратов Метрогил и Аикар. Показано, что по всем исследуемым параметрам комбинированное применение препаратов Метрогил и Аикар, приводило к более эффективному снижению митохондриальных нарушений в ткани пародонта крыс с ЭП, по сравнению с группой животных, которым применялся только Метрогил.

В настоящее время известно, что Аикар не только блокирует повышенную генерацию АФК в поврежденных митохондриях, но и способствует активации

5′-АМФ-активируемой протеинкиназы (АМФК). Можно предполагать, что Аикар, активируя АМФК, стимулирует биогенез митохондрий посредством ко-активаторов PGC-1α [6], сопровождаемый удалением посредством митофагии поврежденных или нефункциональных органелл, для восстановления здоровой популяции митохондрий в клетках [7]. Таким образом, препарат Аикар в условиях ЭП у крыс, по всей видимости, действует аналогично митохондриально-направленным соединениям, подавляющим окислительный стресс, уровень повреждения мтДНК, а также способствует восстановлению функциональной активности митохондрий.

Заключение. Комбинированное применение препаратов Метрогил и Аикар оказало более эффективное действие на снижение митохондриальной дисфункции в ткани пародонта у крыс с ЭП, в отличие от группы животных, которым применялся только Метрогил. Таким образом, применение традиционных препаратов в сочетании с митохондриально-направленными соединениями, снижающими окислительный стресс, может служить новым терапевтическим подходом к различным заболеваниям тканей пародонта.

Список использованных источников:

1. Jiang W., Wang Y., Cao Z., et al. The Role of Mitochondrial Dysfunction in Periodontitis: From Mechanisms to Therapeutic Strategy. J Periodontal Res. 2023;58;5:853-863.
2. Deng Y., Xiao J., Ma L., et al. Mitochondrial Dysfunction in Periodontitis and Associated Systemic Diseases: Implications for Pathomechanisms and Therapeutic Strategies. Int J Mol Sci. 2024;25;2:1024.
3. Tripathi V., Jaiswal P., Assaiya A., et al. Anti-Cancer Effects of 5-Aminoimidazole-4-Carboxamide-1-Beta-d-Ribofuranoside (Aicar) on Triple-Negative Breast Cancer (TNBC) Cells: Mitochondrial Modulation as an Underlying Mechanism. Curr Cancer Drug Targets. 2022;22;3:245-256.
4. Wu Y., Duan X., Gao Z., et al. Aicar Attenuates Postoperative Abdominal Adhesion Formation by Inhibiting Oxidative Stress and Promoting Mesothelial Cell Repair. PLoS One. 2022;17;9:e0272928.
5. Савкина А.А., Ленгерт Е.В., Ермаков А.В. и др. Влияние геля, содержащего микрокапсулы наночастиц серебра, загруженные метронидазолом, на состояние микроциркуляторного русла десны у животных с экспериментальным пародонтитом // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2023. Т.2. №3. С. 78-85.

6. Dombi E., Mortiboys H., Poulton J. Modulating Mitophagy in Mitochondrial Disease. Curr. Med. Chem. 2018;25;40:5597-5612.
7. Yamano K., Matsuda N., Tanaka K. The Ubiquitin Signal and Autophagy: an Orchestrated Dance Leading to Mitochondrial Degradation. EMBO Rep. 2016;17;3:300-316.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВЕРХНЕЧЕЛЮСТНОЙ ПАЗУХИ ПРИ ОРОАНТРАЛЬНЫХ СВИЩАХ

С.А. Алишлалов, С.С. Шендрикова, С.П. Сысолятин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Несмотря на существенные достижения в диагностике и лечении одонтогенных перфоративных верхнечелюстных синуситов остается неизменным высокий процент рецидивов после их оперативного лечения. Существует множество методов закрытия перфорационного отверстия или свища ВЧП, но все они основаны лишь на технике устранения сообщения без учета морфологических изменений стенок самого ороантрального сообщения или давности его существования. Данные показатели указывают на необходимость дальнейшего изучения характера патологических изменений слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи (СО ВЧП) на разных стадиях формирования ороантрального сообщения.

Целью данного исследования было изучить морфологические изменения СО ВЧП при одонтегенных перфоративных синуситах.

Материал и методы. Выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы. Поиск проводился с использованием поисковой системы Академия Google и электронных баз данных PubMed, MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY за период с 2016 г. по 2024 г.

Результаты и обсуждение. Попытки изучить морфологические изменения СО ВЧП при одонтегенных перфоративных синуситах были предприняты многими исследователями. Р.Г. Анютиным и И.А. Романовым. Они выделяют следующие этапы формирования ороантрального соустья: острую перфорацию (с момента удаления зуба до 72 ч), период эпителизации

(от 72 ч. до 3 недель) и формирование ороантрального свища (стадия формирования стойкого ороантрального соустья).

В.А. Козлов, изучая динамику воспалительных изменений, возникающих в СО ВЧІ после его перфорации, выделил 3 стадии развития перфоративного синусита: 1) альтеративно-экссудативную (острую); 2) гранулематозную (подострую) и 3) фиброзную (хроническую). Таким образом, в результате длительного существования ороантрального сообщения морфологические изменения СО ВЧП приобретают характер хронического воспаления, что указывает на необходимость устранения ороантрального сообщения в наиболее ранние сроки.

Ю.В. Иванов и К.В. Федесеенко при одонтогенных перфоративных верхнечелюстных синуситах наряду с картиной хронического воспаления отмечали метаплазию эпителия СО в области дна пазухи. У всех пациентов продолжительность существования ороантрального сообщения в данных случаях превышала 3 месяца. Также авторами выявлена обратная зависимость между величиной ороантрального сообщения и плотностью воспалительного инфильтрата в собственной пластинке СО ВЧП. Качественный состав клеточного инфильтрата также имел особенности: при малом размере ороантрального сообщения наиболее достоверно увеличивается количество эозинофилов. С увеличением продолжительности существования ороантрального сообщения уменьшается количество трансэпителиальных лимфоцитов и плотность клеточного инфильтрата стромы СО.

О.Д. Байдик провела комплексное морфологическое исследование СО ВЧП при перфоративных синуситах, выделив, в зависимости от срока перфорации, 4 контрольные группы: 1) от 3 нед. до 1 мес.; 2) от 1 мес. до 3 мес.; 3) от 3 мес. до 6 мес.; 4) от 6 мес. до 2-х лет. В ходе светооптического, электронно-микроскопического и иммуногистохимического исследований биоптатов СО ВЧП были выявлены различные по степени изменения эпителиального пласта: дистрофия и атрофия клеток, десквамация эпителиоцитов, тотальная плоскоклеточная метаплазия. На ранних сроках возникновения перфораций строма (до 1 мес.) СО обильно инфильтрирована нейтрофильными лейкоцитами, макрофагами, тучными клетки и лимфоцитами. В сроки от 1 мес. до 3 мес. характер инфильтрации собственной пластинки отличался выраженной лимфоплазмоцитарной инфильтрацией. При наличии перфорации ВЧП более 3 мес. в СО наряду с выраженным фиброзом стромы, протекают процессы персистирующего хронического

воспаления, обусловленного, с одной стороны, тотальной плоскоклеточной метаплазией и, как следствие, нарушением мукоцилиарного транспорта, с другой – стойкое ороантральное сообщение способствует попаданию в верхнечелюстной синус содержимого полости рта и развитию метаплазии эпителия.

Выводы. На данный момент остаются актуальными вопросы диагностики и лечения одонтогенного перфоративного верхнечелюстного синусита. Высокое количество рецидивов после проведенного оперативного лечения по поводу закрытия ороантрального сообщения указывает на необходимость дальнейшего совершенствования диагностики характера патологических изменений слизистой оболочки верхнечелюстной пазухи (СО ВЧП).

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ И ПОЛОЖЕНИЯ ИМПЛАНТАТА В НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ НА ЕГО НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИ НАГРУЗКЕ

М.Р. Берсанова, Э.Ф. Алекберов,
В.В. Микрюков, А.Г. Зверяев

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В клинической практике врача-стоматолога нередко встречаются сколы и стирание зубов, конструкционных материалов зубных протезов, расшатывание зубов и дентальных имплантатов. Исследование биомеханических условий функционирования зубов, протезов дентальных имплантатов и окружающих их тканей в этом ключе актуально. Таких исследований проводится немало, тем не менее, напряженно-деформированное состояние тканей зубочелюстного сегмента и конструкционных материалов зубных протезов при функционировании в различных условиях изучены недостаточно.

Цель исследования: сравнительный анализ максимальных напряжений в титановых имплантатах, абатментах и покрывающих керамических коронках в разных биомеханических условиях функционирования.

Материал и методы исследования. Проведено трёхмерное математическое моделирование с использованием компьютерной программы SolidWork напряжённо-деформированного состояния имплантата с абатментом и керамической коронкой, погруженных в сегмент нижней челюсти. Нагрузка силой 150 Н прикладывалась вертикально и под углом 45°. Показатели свойств тканей и конструкционных материалов, необходимые для расчета, были взяты из литературных источников. При моделировании были заложены параметры имплантата: длина 11 мм и диаметр 3 мм. Модель исследовалась в следующих условиях: уменьшение на 30% длины, диаметра, длины и диаметра имплантата; наклон абатмента 15° и 30°.

Результаты исследования. В зависимости от смоделированных неблагоприятных биомеханических условий менялись величины максимальных напряжений в конструкционных материалах имплантата, абатмента и коронки, однако, в сравнении с базовой моделью в оптимальных условиях функционирования, картина напряжений менялась незначительно.

Базовая модель в оптимальных условиях функционирования испытывала максимальную нагрузку величиной 75,163 МПа в керамической коронке, далее напряжения снижались до 26,826 МПа в абатменте и 19,975 МПа в имплантате. Под нагрузкой под углом 45° напряжения в модели возрастали до 302,193 МПа; максимальные напряжения в абатменте составляли 302,193 МПа, в имплантате – 255,799 МПа, в коронке – 145,974 МПа.

При уменьшении длины имплантата на 30% выявлено снижение напряжений в имплантате и коронке, что, возможно, говорит о большем перераспределении нагрузки на окружающую имплантат костную ткань. При вертикальной нагрузке максимальные напряжения концентрировались в искусственной коронке на окклюзионной поверхности и составляли 66,051 МПа, снижаясь до 44,071 МПа в зоне контакта имплантата, абатмента и коронки. При этом при наклонной нагрузке максимальные напряжения регистрировались именно в области контакта имплантата, абатмента и коронки и составляли 239,994 МПа, а на окклюзионной поверхности – 48,073 МПа.

При уменьшении диаметра имплантата на 30% снижаются напряжения в искусственной коронке (на окклюзионной поверхности) и достигают 52,332 МПа, однако в остальных зонах напряжения, в сравнении с оптимальными условиями, возрастают (по границе имплантата, абатмента и коронки, по наружному краю платформы имплантата, дну шахты), в

частности, в абатменте внутри шахты имплантата составляя 45,834 МПа. При наклонной нагрузке напряжения увеличиваются во всех зонах, кроме искусственной коронки, достигая максимума (549,910 МПа) в зоне контакта имплантата и абатмента. При этом напряжения по краю искусственной коронки составляют 120,923 МПа, а в окклюзионной части 82,120 МПа. В самом имплантате регистрируются напряжения величиной в 550,158 МПа и 440,450 Мпа по наружному краю платформы и вокруг шахты соответственно.

В модели с одновременным уменьшением длины и диаметра имплантата картина изменения напряжений сходна с таковой при вертикальной и наклонной нагрузках: наблюдается снижение напряжений в коронке и увеличение напряжений в абатменте и имплантате (до 45,026 МПа в шахте при вертикальной нагрузке и до 570,843 МПа в абатменте при наклонной нагрузке).

Моделирование абатмента с наклоном 15° дало результат снижения напряжений в коронке при вертикальной и наклонной нагрузке. Рост напряжений в сравнении с вертикальным абатментом наблюдался при наклонной нагрузке в области контакта абатмента и имплантата (до 345,595 МПа), а также в самом абатменте (36,003 МПа при вертикальной и 345,595 МПа при наклонной нагрузке). В имплантате рост напряжений зафиксирован только при вертикальной нагрузке (до 25,429 МПа).

С увеличением наклона абатмента до 30° растет также и нагрузка: до 66,041 МПа по краю уступа и в шахте имплантата при вертикальной нагрузке, при наклонной нагрузке максимальные напряжения регистрируются в той же зоне (395,325 МПа). Однако, наблюдается снижение напряжений в коронке и сборной конструкции: при нагрузке вертикально в сборной конструкции они достигают 66,041 МПа по окклюзионной поверхности и 44,062 МПа в шахте имплантата; при рассмотрении коронки отдельно максимальные напряжения составили 58,826 МПа.

Выводы. Смоделированные неблагоприятные условия, часто встречающиеся в клинической практике, увеличивают напряжения в дентальном имплантате, особенно при наклонной нагрузке. При уменьшении диаметра имплантата, сочетанного уменьшения диаметра и длины имплантата, при наклоне абатмента увелчение напряжений происходит только в имплантате; при уменьшении длины имплантата уменьшаются и величины напряжений в имплантате и покрывающей его коронке, что можно объяснить распределением большей нагрузки на окружающую костную ткань.

ОБОСНОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ЗАТРАТ ПРИ ЛЕЧЕНИИ КАРИЕСА ПО ПРОГРАММЕ ОМС

Н.О. Гришкова, В.А. Шерстинова,
М.Б. Агами, М.С. Гришков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Для организации медицинской помощи, в том числе стоматологической службы, финансируемой из средств обязательного медицинского страхования, важны точные данные об обращаемости и трудоемкости медицинских услуг. Исследования данных показателей актуальны и среди определенного контингента. Исследований по необходимым объемам финансирования стоматологической службы среди работников опасных производств недостаточно.

Цель исследования: обоснование объёмов финансирования для лечения кариеса и его осложнений среди работников с ОУТ Калининской АЭС по данным потребности в стоматологическом лечении.

Материал и методы исследования. Для проведения необходимых расчетов по объему финансирования стоматологической службы были обследованы клинико-рентгенологическим методом 100 работников Калининской АЭС в возрасте от 35 до 44 лет с опасными условиями труда (ОУТ). Стоимость лечения рассчитывалась по тарифам Территориальной программы ОМС Тверской области на 2024 г., где базовый норматив финансовых затрат на обращение в связи с заболеванием по профилю «Стоматология» равен 1200 рублей, а коэффициент перевода обращения в условные единицы трудозатрат (УЕТ) – 9,4, то есть 1 УЕТ – 127,66 руб. Расчет велся исходя из потребности работников в каждом виде лечения (наложение пломбы на 1 или 2 поверхностях, первичное эндодонтическое лечение или ревизия корневых каналов, удаление зуба) в расчете на 1 работника. Финансовые затраты Фонда ОМС рассчитывались на основании потребности в том или ином виде лечении одного работника с ОУТ.

Результаты исследования.

В результате обследования 100 работников с ОУТ была выявлена потребность в лечении: 37 зубов требовали постановки пломбы на одной поверхности, 130 зубов требовали постановки пломбы на двух поверхностях, первичного эндодонтического лечения требовали 53 зуба и повторного – 80,

удаления требовали 65 зубов (в расчете на одного работника соответственно 0,37; 1,30; 0,52; 0,80; 0,65 зубов).

Трудоёмкость перечисленных видов лечения в соответствии с Классификатором стоматологических услуг Территориальной программы ОМС Тверской области составляет: пломба на 1 поверхности 3,14 УЕТ, пломба на 2 поверхностях 6,74 УЕТ, первичное эндодонтическое лечение 15,63 УЕТ, ревизия корневых каналов 21,42 УЕТ, удаление зуба 4,74 УЕТ. Исходя из этого и из нормативной стоимости 1 УЕТ 127,66 рублей, стоимость требуемых видов лечения составила: пломба на 1 поверхности 400,85 рублей, пломба на 2 поверхностях 860,63 рублей, первичное эндодонтическое лечение 1995,33 рублей, ревизия корневых каналов 2734,48 рублей, удаление зуба 605,11 рублей (Таблица 1).

Таблица 1 – Расчёт финансовых затрат (ОМС) на стоматологическое лечение кариеса и его осложнений у работников с ОУТ

Виды лечения	УЕТ	Стоимость вида лечения (руб)	Потребность в лечении на 1 работника	Финансовые затраты на 1 работника (руб)
Пломба на 1 поверхности	3,14	400,85	0,37	148,32
Пломба на 2 поверхностях	6,74	860,63	1,30	1118,82
Первичное эндодонтическое лечение	15,63	1995,33	0,52	1037,57
Ревизия корневых каналов	21,42	2734,48	0,80	2187,58
Удаление зуба	4,74	605,11	0,65	393,32
Итого лечение кариеса и его осложнений				4885,61

Полученные результаты можно представить в виде процентного соотношения финансовых затрат для стоматологического лечения работников с ОУТ: 3,0% занимают затраты на наложение пломбы на одной поверхности зуба и 22,9% на двух поверхностях; 21,2% – первичное эндодонтическое лечение, 44,8% – повторное; 8,1% занимают затраты на удаление зубов.

По данным стоимости конкретного вида лечения и потребности в нем 1 работника с ОУТ были рассчитаны финансовые затраты Фонда ОМС на стоматологическое лечение кариеса и его осложнений в объеме на 1 работника, которые составили 4885,61 рублей. Структура распределения затрат следующая: наложение пломб на 1 и 2 поверхностях составляет соответственно 148,32 рублей и 1118,82 рублей, первичное и повторное эндодонтическое лечение соответственно 2187,58 и 1037,57 рублей, удаление зубов – 393,32 рублей.

Выводы. Проведенный анализ стоматологической заболеваемости и регламента финансирования стоматологической помощи по программе ОМС позволил определить объёмы необходимого финансирования для санации полости рта работников с ОУТ Калининской АЭС. Для лечения кариеса и его осложнений на одного сотрудника затраты Фонда ОМС, согласно расчетам, составили 4885,61 рублей.

Наиболее дорогостоящее лечение из исследованных – пломба, занимающая 2 поверхности зуба, эндодонтическое лечение, особенно повторное. Меньшие затраты представляют наложение пломбы на одну поверхность зуба и удаление зуба.

Научно обоснованное планирование стоматологической помощи декретированным группам населения способствует повышению медико-экономической эффективности работы ведомственной стоматологической службы.

ОБОСНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ ДЕКРЕТИРОВАННЫМ ГРУППАМ НАСЕЛЕНИЯ

Я.С. Егорова, И.Л. Андреева,
А.Р. Берсанова, В.С. Сайранян

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Несмотря на проведение ежегодных медицинских осмотров, включающих осмотр у врача-стоматолога, у работников, занятых в опасных условиях труда (ОУТ), в регламентирующих их деятельность документах отсутствует пункт о необходимости санации полости рта. В то же время

санация полости рта, проводимая не реже одного раза в год, является основой многих программ по улучшению стоматологической помощи работникам, занятым вредными и опасными производствами.

Цель исследования: разработка мер по организационно-клиническому и финансовому улучшению стоматологической помощи работникам с ОУТ Калининской АЭС.

Материал и методы исследования. Обследованы 147 работников с ОУТ, возрастом от 35 до 44 лет; полость рта 78 человек была терапевтически и хирургически санирована в предшествующий год санирована, тогда как у 68 человек – не подвергалась предшествующей санации ввиду отказа пациента. Сопоставление показателей производилось по клинико-рентгенологическим данным.

Для обследования использована модифицированная Карта оценки состояния стоматологического статуса ВОЗ (1995 г.) с последующим расчётом показателей распространённости кариеса и некариозных поражений, заболеваний слизистой оболочки рта и пародонта; интенсивности заболеваний пародонта (CPI) и кариеса (КПУ); выявляемости признаков дисфункции ВНЧС, неудовлетворительной гигиены, смещения зубов, подвижности зубов, потери прикрепления десны, резорбции межзубных перегородок, эндодонтического лечения, зубных протезов.

При сравнительном анализе применялся статистический критерий Стьюдента (с достоверностью различий $p<0,05$).

Результаты исследования. Установлена достоверная разница в показателях стоматологического статуса работников с наличием и отсутствием санации в предшествующем году (Таблица 1).

Несмотря на то, что распространенность кариеса снижается при наличии предшествующей санации незначительно (со 100% до 98,6%), другие показатели претерпевают большие изменения. Относительно индекса КПУ выявлены различия в количестве кариозных зубов (0,6 при наличии санации и 2,7 при ее отсутствии), рецидива кариеса (0,7 зубов против 1,5); увеличивается число запломбированных зубов (8,9 против 4,6); снижается число удаленных зубов (2,0 против 3,9 в отсутствие санации).

По данным ренгенологического исследования, у работников с ОУТ, отказавшихся в предшествующий год от санации полости рта выявляемость эндодонтического лечения ниже (78,3%), чем у санированных (80,8%), при этом различается число зубов с эндодонтическим лечением на одного обследованного (3,1 на фоне санации полости рта против 2,2).

Предшествующая санация связана и с качественно проведенным эндодонтическим лечением (70,9% качественно леченых каналов против 40,0%), в том числе с более редким выявлением неполной обтурации канала (11,8% против 15,8%), снижением количества очагов периапикальной резорбции у эндодонтически леченых (5,1% против 18,4%) и витальных зубов (4,1% против 25,8%).

Таблица 1 − Показатели стоматологического статуса у работников с ОУТ КАЭС в зависимости от предшествующей санации полости рта (кол-во/%)

Показатели	наличие санации n=78	отсутствие санации n=69
× Выявляемость признаков дисфункции ВНЧС	8/10,3	15/21,7
× Распространённость некариозных поражений	21/26,9	24/34,8
× Распространённость заболеваний СОПР	12/15,4	14/20,3
Распространённость кариеса	78/100,0	68/98,6
× Интенсивность кариеса (КПУ)	12,3±0,7	14,1±0,9
× Выявляемость эндодонтического лечения	63/80,8	54/78,3
× Выявляемость неудовлетворительной гигиены	22/28,2	43/62,3
× Распространённость заболеваний пародонта	68/87,2	64/92,8
× Интенсивность заболеваний пародонта (CPI)	3,9±0,4	5,4±0,7
× Выявляемость смещения зубов	24/30,8	32/46,4
× Выявляемость подвижности зубов	12/15,4	17/24,6
× Выявляемость потери прикрепления десны	17/21,8	29/42,0
× Выявляемость резорбции межзубных перегородок	23/29,5	30/43,5
× Выявляемость зубных протезов	20/25,6	10/14,5

Примечание: × − $p<0,05$ при наличии и отсутствии санации полости рта

Работники с ОУТ часто подвержены заболеваниям пародонта, предшествующая санация несколько снижает показатель распространенности с 92,8% до 87,2%. При этом при отсутствии санации преимущественно диагностируются генерализованный пародонтит (33,3%) и гингивит (27,0%), а на фоне санации – генерализованный (46,2%) и локализованный (20,5%) гингивит. Показатель интенсивности заболеваний пародонта улучшается при наличии санации (CPI=3,9 против 5,4 в отсутствие санации). Секстанты с кровоточивостью, зубным камнем, пародонтальными карманами 4-6 мм и 6-8 мм, исключенные секстанты у санированных работников составляли 1,7, 1,8, 0,3, 0, 0,1 против соответственно 0,6, 2,9, 1,5, 0,3, 0,1 у несанированных работников.

Заболевания слизистой оболочки были выявлены у 20,3% несанированных и 15,4% санированных работников с ОУТ; некариозные поражения – у 34,8% и 26,9% соответственно. Наличие признаков дисфункции височно-нижнечелюстного сустава также чаще выявлялось в группе с отсутствием санации – 21,7% против 10,3%.

Ортопедические конструкции (несъёмные) выявлены у 14,5% работников с ОУТ без проведения санации рта и у 25,6% после проведения санации.

Выводы: санация полости рта у работников с опасными условиями труда атомных электростанций положительно влияет на основные показатели стоматологического статуса, кроме показателя распространенности кариеса. В сравнении с работниками, отказавшимися от санации, выявлено сохранение положительного влияния санации полости рта в течение года.

ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ПОКАЗАНИЯ К ВЫБОРУ МЕТОДА УДАЛЕНИЯ СЛЮННЫХ КАМНЕЙ

Д.В. Жучкова[1,2], С.П. Сысолятин[1,2,3]

[1]РУДН, г. Москва, РФ
[2]Центр эндоскопической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии «Эндостом», г. Москва, РФ
[3]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. На сегодняшний день, основной задачей лечения пациентов с диагнозом сиалолитиаз является удаление конкремента. Для этой

цели используются такие методы, как экстирпация слюнной железы, дуктотомия, сиалоэндоскопическое извлечение камня и сиалоэндоскопическое извлечение камня с применением дополнительной методики внутриротоковой литотрипсии. Эффективность методик может отличаться и зависеть от размера и локализации сиалолита в железе, однако, показания к выбору того или иного метода пока четко не сформулированы.

Цель – повышение эффективности лечения пациентов со слюннокаменной болезнью, путем определения дифференцированных показаний к выбору метода удаления сиалолита.

Материалы и методы. Проведён анализ 34 клинических наблюдений пациентов с хроническим калькулёзным сиалоаденитом подчелюстной слюнной железы. По данным КТ в 5 случаях сиалолиты локализовались в проекции протоков 1-2 порядка, размером до 4 мм, в 20 случаях - в проекции протоков 1-4 порядка, размером 5-6 мм. В 9 случаях сиалолит локализовался в толще слюнной железы, размером от 5 до 14 мм. Для их извлечения использовались следующие методы: сиалоэндоскопическая экстракция, сиалоэндоскопическая экстракция камня с применением дополнительной методики внутриротоковой литотрипсии, извлечение сиалолита методом дуктотомии.

Результаты. В 25 случаях извлечение сиалолитов было проведено методом сиалоэндоскопии, размер которых не превышал 5 мм. В 5 клинических наблюдениях нам удалось извлечь конкременты без дополнительной фрагментации, локализованные в проекции протоков 1-2 порядка железы, размер, которых составлял до 4 мм.

В 20 наблюдениях нами проведено предварительное дробление сиалолита с помощью тулиевого лазера. В 9 случаях нам удалось фрагментировать сиалолит и извлечь все фрагменты из протока. В 8 наблюдениях сиалолиты были раздроблены, однако на послеоперационном КТ визуализировались остаточные фрагменты в более глубоких отделах железы. В 3 случаях вмешательство методом сиалоэндоскопии с предварительной лазерной фрагментацией не увенчалось успехом. Ни удалить, ни фрагментировать камни не удалось, и в последующем этим пациентам было проведено удаление сиалолитов путем внутриротовой дуктотомии.

Экстракция конкрементов с дуктотомией без использования эндоскопической техники была проведена в 9 клинических случаях, при расположении сиалолита в толще слюнной железы и размером от 5 до 14 мм. Все 9 конкрементов были успешно извлечены из слюнной железы.

Выводы. Таким образом, выбор тактики лечения пациентов с хроническим калькулёзным сиалоаденитом определяется размером и локализацией конкремента.

Сиалоэндоскопическая экстракция сиалолитов без применения предварительной фрагментации эффективна в отношении сиалолитов, размером до 4 мм при локализации в проекции протоков 1-2 порядка.

Сиалоэндоскопическая экстракция с предварительной фрагментацией конкремента эффективна при размерах камней до 5 мм с расположением в протоках 1-2 порядка.

Экстракция конкремента с дуктотомией показана при единичном сиалолите размером более 5 мм в любом отделе протокового аппарата подчелюстной слюнной железы.

Список использованных источников:

1. Iro H., Zenk J., Koch M., Bozzato A. The Erlangen Salivary Gland Project. Part I: Sialendoscopy in Obstructive Diseases of the Major Salivary Glands. Isradon; 2015. doi:10.1055/b-0034-92192.
2. Koch M., Zenk J., Iro H. Diagnostic and interventional sialoscopy in obstructive diseases of the salivary glands. HNO. 2007; 56(2): 139-44. doi.org/10.1007/s00106-007-1563-3.
3. Nahlieli O., Baruchin A. M. Endoscopic technique for the diagnosis and treatment of obstructive salivary gland diseases. J. Oral Maxillofac. Surg. 1999; 57: 1394–401.

ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ НА ИМПЛАНТАТ МОСТОВИДНОГО ПРОТЕЗА С ОПОРОЙ НА ИМПЛАНТАТ И ЗУБ ПО ДАННЫМ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЁТОВ

Р.С. Заславский[1], С.И. Абакаров[2], Е.А. Некрасова[1], А.В. Жаров[1], Ю.А. Васильева[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ДПО РМАПО Минздрава России, г. Москва, РФ

В специальной литературе нет точного ответа, действительно ли объединение мостовидным протезом внутрикостного имплантата и зуба имеет

негативные последствия для долгосрочного функционирования протеза; по этому вопросу встречаются взаимоисключающие мнения. Высказывается мнение, что в связи с естественной микроподвижностью зуба, окружённого периодонтом, остеоинтегрированный имплантат подвергается перегрузке и расшатыванию. Однако, научного подтверждения это теоретическое положение не имеет, хотя имеются сведения о меньшей клинической эффективности мостовидных протезов с опорой на имплантат и зуб в сравнении с опорой только на имплантаты.

Цель исследования: трёхмерное математическое моделирование напряжённо-деформированного состояния костной ткани при вертикальной и наклонной нагрузке мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб.

Материал и методы исследования. Для трёхмерного математического моделирования напряжённо-деформированного состояния костной ткани при вертикальной и наклонной нагрузке мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб использовалась программа Abaqus/CAE (ТЕСИС). Длина имплантата составляла 11 мм, диаметр 3 мм (длина корня зуба 17 мм, диаметр в области шейки 5,5 мм); толщина кортикальной костной ткани 1,1 мм по альвеолярному гребню (толщина кортикальной лунки 0,42 мм, толщина кортикального базального края челюсти 2,1 мм). Нагрузка 150 N прикладывалась к середине мостовидного протеза в вертикальном направлении, а также наклонно под углом 45° с щёчной стороны. Регистрировались интегральные напряжения по Мизесу (МПа).

Результаты исследования. Вертикальная нагрузка мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб при анализе интегральных напряжений показывает преимущественную зону напряжённо-деформированного состояния костной ткани вокруг имплантата в сравнении с зубом (Таблица). В кортикальной костной ткани вокруг имплантата величина интегральных напряжений при вертикальной нагрузке мостовидного протеза составляет 29,130 МПа. Эти напряжения локализуются в пришеечной зоне кости, обращённой в сторону отсутствующего зуба. Вдоль шейки зуба напряжения снижаются до 9,748 МПа. В кортикальной костной ткани вокруг зуба, по-видимому, в связи с наличием периодонта нагрузка мостовидного протеза вызывает небольшие напряжения (0,056 МПа).

Наклонная нагрузка мостовидного протеза увеличивает напряжения в кортикальной костной ткани вокруг имплантата более, чем в 4,5 раза (139,506 МПа), зоны максимальных напряжений смещаются в язычную и

щёчную стороны пришеечной зоны; вокруг зуба напряжения практически не меняются по сравнению с вертикальной нагрузкой.

В губчатой костной ткани вертикальная нагрузка мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб вызывает интегральные напряжения величиной 3,476 МПа вокруг имплантата и 0,597 МПа вокруг зуба. Вокруг имплантата эти напряжения локализуются под зоной максимальных напряжений в кортикальной кости – в пришеечной зоне, обращённой в сторону отсутствующего зуба. Вокруг опорного зуба напряжения 0,597 МПа имеются вдоль корня зуба с дистальной поверхности, в других отделах вокруг зуба губчатая кость испытывает небольшие напряжения 0,021 МПа.

Наклонная нагрузка увеличивает напряжения в губчатой кости в пришеечной части имплантата до 13,356 МПа, то есть в 4,3 раз больше в сравнении с вертикальной нагрузкой. Максимальные напряжения смещаются в язычную и щёчную стороны пришеечной зоны имплантата. Вокруг зуба напряжения существенно снижаются (0,051 МПа)

Таблица 1 – Максимальные интегральные величины напряжений в костных тканях при функциональной нагрузке мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб (МПа)

Вертикальная нагрузка		**Наклонная нагрузка**	
имплантат	**зуб**	**имплантат**	**зуб**
Кортикальная костная ткань			
9,748 МПа	0,056 МПа	139,506 МПа	0,062 МПа
Губчатая костная ткань			
3,476 МПа	0,597 МПа	13,356 МПа	0,051 МПа

Выводы:

1. Функциональные вертикально и наклонно направленные нагрузки мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб вызывают преимущественные напряжения в кортикальной и губчатой костной ткани вокруг имплантата.
2. Эти напряжения локализуются в основном в пришеечной зоне имплантата.
3. Наклонное направление нагрузки мостовидного протеза увеличивает величину напряжений в костной ткани до 4,5 раз вокруг имплантата.
4. Костная ткань вокруг опорного зуба испытывает несущественные напряжения при нагрузке мостовидного протеза с опорой на имплантат и зуб.

ПОКАЗАТЕЛИ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАМЕЩЕНИИ ДЕФЕКТОВ ТВЕРДЫХ ТКАНЕЙ ЗУБОВ У РАБОТНИКОВ С ОПАСНЫМИ УСЛОВИЯМИ ТРУДА

В.И. Исмайлова, Ю.А. Васильева, П.И. Махортова, Д.И. Морозов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Одной из групп контингента, обслуживаемого ведомственными медицинскими организациями, являются работники вредных и опасных производств, подлежащие периодическим медицинским осмотрам. К таким работникам относятся работающие в опасных условиях труда (ОУТ) атомных электростанций. Изучение потребности таких пациентов в стоматологической помощи важно для определения кадрового и материального обеспечения служб и качественного лечения высококвалифицированных сотрудников.

Цель исследования: изучение потребности в лечении кариеса и его осложнений.

Материалы и методы исследования: в ходе исследования были обследованы 138 работников с ОУТ Калининской АЭС мужского пола от 35 до 44 лет. Обследование проводилось по схеме Карты оценки стоматологического статуса ВОЗ, а также посредством анализа рентгенортопантомограмм. Планирование видов стоматологического лечения (пломба на одной или двух поверхностях, эндодонтическое лечение пульпита или периодонтита, ревизия и повторное пломбирование каналов, удаление зуба), было проведено, основываясь на клинических рекомендациях и национальных руководствах, с расчетом на одного работника и вычислением среднего значения показателей нуждаемости среди обследованных.

Результаты исследования.

Потребность в лечении кариеса работников Калининской АЭС с ОУТ составила 87,0%. В структуре необходимых видов лечения пломба на одной поверхности зуба заняла 26,1%, на двух поверхностях – 55,1%; первичное эндодонтическое лечение требовалось 24,6% работников, ревизия корневых каналов – 20,3% (Таблица 1). В удалении зуба нуждались 60,9% обследованных.

Таблица 1 – Потребность в лечении кариеса у работников с ОУТ

Показатели	Количество / %
Пломба на 1 поверхности	39/26,1
Пломба на 2 поверхностях	76/55,1
Ревизия корневых каналов	28/20,3
Первичное эндодонтическое лечение	34/24,6
Удаление зуба	84/60,9

Среди 138 обследованных было выявлено следующее распределение потребностей в лечении, выраженное в абсолютном количестве зубов и количестве зубов в расчете на одного работника: показания к постановке пломбы на одной поверхности имели 51 зуб (0,37 зуба для одного обследованного), на двух поверхностях – 179 зубов (1,30 зуба), к первичному эндодонтическому лечению – 72 зуба (0,52 зуба для одного работника), к ревизии каналов – 110 зубов (0,80 зуба), к удалению – 90 зубов (0,65 зуба) (Таблица 2).

Таблица 2 – Количество зубов, подлежащих лечению кариеса и его осложнений у работников с ОУТ (всего / на 1 работника)

Показатели	Количество зубов (всего)	Количество зубов (на 1 работника)
Пломба на 1 поверхности	51	0,37
Пломба на 2 поверхностях	179	1,30
Ревизия корневых каналов	110	0,80
Первичное эндодонтическое лечение	72	0,52
Удаление зуба	90	0,65

Исходя из объема требуемой к оказанию стоматологической помощи необходимо привлечение 2,4±0,2 врача-стоматолога, из которых 0,9±0,1 стоматологов-терапевтов, 0,6±0,1 стоматологов-хирургов, 0,9±0,1 стоматологов-ортопедов (Таблица 3).

Таблица 3 – Потребность в врачах-стоматологах у работников с ОУТ (на 1 работника)

Показатели	Количество врачей, n=2,4
Стоматолог-терапевт	0,9
Стоматолог-хирург	0,6
Стоматолог-ортопед	0,9

Выводы: в результате проведенного исследования установлена высокая нуждаемость работников с ОУТ Калининской АЭС в лечении кариеса, составившая 87,0%, и его осложнений: наложение обширной пломбы (две поверхности) – 55,1%, первичное лечение корневых каналов требовалось 24,6% обследованных. Показания к удалению зубов имели 60,9% сотрудников. Благодаря полученным данным о распространенности необходимых видов лечения и требуемых специалистах создана возможность обосновать объем финансирования из средств обязательного медицинского страхования для контингента идентичного возраста.

ДИНАМИКА СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА И МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У МОЛОДЫХ ПАЦИЕНТОВ С ЛИМФОМОЙ ХОДЖКИНА. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

М.Д. Лобова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Лимфома Ходжкина (ЛХ) – распространенное онкогематологическое заболевание, которое возникает преимущественно у лиц молодого возраста. Лечение ЛХ основано на применении глюкокортикостероидов и цитостатиков, которые входят в состав полихимиотерапии. Применение современных методов лечения позволило достичь более чем 80% выживаемости на любых стадиях ЛХ. Несмотря на успехи в лечении данного заболевания, после проведения ПХТ часто возникают осложнения. Среди первичных преобладают инфекционные

осложнения, в том числе стоматологические (кариес, гингивит, пародонтит), среди вторичных – нарушение структуры и микроархитектоники костной ткани.

Цель: оценить изменения стоматологического статуса и МПК у молодого пациента с лимфомой Ходжкина, получающего полихимиотерапию.

Клиническое наблюдение. Пациент 1994 г.р. с диагнозом лимфома Ходжкина, нодулярный склероз, IIA стадия, получил ПХТ в соответствии с клиническими рекомендациями, активностью и распространенностью опухолевого процесса по схемам 4 курса ABVD и 2 курса escBEACOPP с достижением полного ответа на лечение. Для диагностики изменений в челюстно-лицевой области, позволяющего оценить поражения твердой ткани зуба и пародонта на разной степени активности процесса, была проведена конусно-лучевая томография (КЛКТ). По результатам КЛКТ у пациента выявлены заболевания зубочелюстной системы, а именно: пародонтит легкой степени выраженности, кариозные и некариозные процессы различной степени выраженности, частичная адентия. Для более полной оценки стоматологического статуса проведен осмотр врачом-стоматологом. В ходе осмотра подтверждены полученные данные КЛКТ о развитии пародонтита, кариозных полостей, были посчитаны значения индекса интенсивности кариеса по Клигману-Порту (КПУ) и получен результат более 6, что свидетельствует о высоком значении, и папиллярно-маргинально-альвеолярного индекса (PMA), отражающего протяженность и тяжесть гингивита – воспалительного процесса десен, не затрагивающего зубодесневое соединение, результат составил 33%, что говорит о средней степени выраженности. Для оценки состояния костной ткани пациенту проведено денситометрическое исследование в трех областях с оценкой МПК и Z-критерия. По результатам ДХА-сканирования было зафиксировано снижение МПК в области шейки бедра до уровня остеопении (МПК = 0,884; Z-критерий = -1,3), в проксимальной части бедра до уровня остеопороза (МПК = 0,632; Z-критерий = -2,5), в поясничном отделе позвоночника на уровне L1-L4 значения оставались в пределах нормальных значений (МПК = 1,300; Z-критерий = 1,029).

Заключение. Проведенное обследование, направленное на оценку изменений стоматологического статуса и взаимосвязи со снижением МПК у молодого пациента с лимфомой Ходжкина, получающего полихимиотерапию, показало наличие ассоциации данных процессов и не исключает возможную корреляцию.

Список использованных источников:

1. Китаева Ю.С., Праскурничий Е.А. Предикторы снижения минеральной плотности костной ткани у пациентов с лимфомой Ходжкина, ассоциированные с патогенетической терапией. Архивъ внутренней медицины. 2023;13(1):36-45.
2. Бадыкова К.М., Китаева Ю.С., Праскурничий Е.А. Особенности денситометрической оценки костной ткани у молодых пациентов с лимфомой Ходжкина. Архивъ внутренней медицины. 2024;14(3):173-180.
3. Особенности денситометрической оценки показателей костной ткани при верификации остеопоротических изменений у мужчин молодого возраста с лимфомой Ходжкина / Е. А. Праскурничий, А. Р. Нагиева, Ю. С. Китаева, Е. В. Кузнецова // Российский медицинский журнал. – 2024. – Т. 30, № 4. – С. 358-368.
4. Ильина Р.Ю., Мухамеджанова Л.Р. Связь хронического пародонтита и системного остеопороза. Остеопороз и остеопатии. 2020;23(2):60-61.

ВОЗМОЖНОСТИ РАСТРОСТЕРЕОГРАФИИ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ВЗАИМОСВЯЗИ ПОЛОЖЕНИЯ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ И ПОЗВОНОЧНИКА

С.И. Маланьин, Т.А. Фазылова,
А.Л. Петериков, А.А. Ильин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Согласно большому количеству исследований, между нарушениями опорно-двигательного аппарата и зубочелюстными аномалиями существует тесная взаимосвязь, а любые нарушения постуры влекут за собой компенсаторные изменения во всем организме, включая челюстно-лицевую область. Имеются исследования и конкретно относительно связи состояния височно-нижнечелюстного сустава с осанкой, однако, недостаточно цифровых данных и практических рекомендаций относительно данной взаимосвязи.

Цель: изучение влияния патологии прикуса на параметры положения тела.

Материал и методы исследования. Были обследованы 10 пациентов в

возрасте от 20 до 30 лет без признаков зубочелюстных аномалий, симптоматических нарушений в области височно-нижнечелюстного сустава и с отсутствием дефектов зубного ряда. У пациентов моделировали 5 вариантов патологического смещения нижней челюсти (смещение в правую/левую сторону, завышение прикуса справа/слева, выдвижение нижней челюсти) и анализировали растростереографическим светооптическим методом положение позвоночника и осанку с помощью Diers Formetric 4D. Изменение положения позвоночника анализировалось по семи критериям: вертикальное отклонение, перекос таза, торсия таза, ротация позвонков, боковое отклонение, угол кифоза, угол лордоза.

Исследования производились после привыкания к новому положению от 15-20 мин в статическом и динамическом режимах. У каждого обследованного изменение прикуса и растростереография проводились трижды; погрешность 2 мм между результатами считалась недопустимой.

Данные каждого обследованного были записаны в таблицу с цветовой маркировкой степени изменений (красный, желтый, зеленый).

Результаты исследования. У лиц с интактными зубами определены пределы отклонения от средних плоскостей тела по данным растростереографии с положением нижней челюсти в центральной окклюзии: вертикальное 0-4 мм, перекос таза 1-4 мм, торсия таза 1-3 мм, ротация позвонков 1-4°, боковое отклонение 2-6 мм, угол кифоза 48-68°, угол лордоза 35-40° (Таблица 1).

Выявлена связь изменений взаимоотношения зубных рядов (и структур височно-нижнечелюстного сустава) и положения позвоночника. Степень отклонения показателей после моделирования патологического смещения нижней челюсти достигала 10 мм и 13°.

Наиболее существенные отклонения зарегистрированы в показателях вертикального отклонения – 56,0%, угла кифоза – 44,0% и бокового отклонения – 28,0%, в то время как показатели ротации позвонков, изменения угла лордоза, перекоса и торсии таза изменились несущественно – (100,0%, 48,0%, 68,0% и 68,0% показателей соответственно находились в зеленой зоне.

Из пяти смоделированных ситуаций наибольшее влияние на положение позвоночного столба оказало выдвижение нижней челюсти вперёд и завышение прикуса справа, при этом 34,3% и 31,5% соответственно из всех результатов изменений находились в красной зоне, а наибольшему изменению подверглись показатели угла кифоза и вертикального отклонения позвоночника.

Таблица 1 – Выявляемость и степень изменения постуры в зависимости от смещения нижней челюсти (%)

Положение челюсти / Положение позвоночника	Смещение влево			Смещение вправо			Завышение слева			Завышение справа			Выдвижение вперёд			Итого		
Вертикальное отклонение	20	40	40	20	20	60	40	20	40	20	-	80	40	-	60	28	16	56
Перекос таза	60	20	20	80	-	20	60	20	20	80	20	-	60	20	20	68	16	16
Торсия таза	60	20	20	40	40	20	100	-	-	60	-	40	80	-	20	68	12	20
Ротация позвонков	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-
Боковое отклонение	60	20	20	40	20	40	60	20	20	60	20	20	60	-	40	56	16	28
Угол кифоза	60	20	20	20	60	20	40	20	40	40	-	60	20	-	80	36	20	44
Угол лордоза	60	20	20	60	40	-	20	60	20	40	40	20	60	20	20	48	36	16
Итого	60	20	20	52	26	23	60	20	20	57	11	32	60	6	34	58	17	26

Примечание: зелёная зона – изменения минимальны (возможна погрешность),
жёлтая зона – неочевидные изменения вне зоны погрешности,
красная зона – очевидные изменения

Выводы: По результатам исследования можно говорить о взаимосвязи положения нижней челюсти, височно-нижнечелюстного сустава и позвоночного столба. Изменения видов смыкания зубов в различной степени влияли на показатели растростереографии. Наибольшее изменение постуры вызывают выдвижение нижней челюсти вперёд и завышение прикуса со значительным изменением показателей вертикального, бокового отклонения и угла кифоза.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ СТАНЦИИ И ЖИТЕЛЕЙ БЛИЗЛЕЖАЩЕГО РЕГИОНА

Д.В. Мартынов, А.В. Курников,
А.А. Попов, А.А. Майданова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Сотрудники, условия труда которых связаны с радиоактивными источниками и считаются опасными, проходят ежегодные медицинские

осмотры, проводимые подведомственными ФМБА медицинскими организациями. Одним из факторов, влияющих на работников с опасными условиями труда, является повышенная стрессогенность, которая влияет как на общее состояние организма, так и на состояние зубочелюстной системы в частности. При этом необходимость санации полости рта не указана в регламентирующих документах ПМО, как условие допуска к работе в опасных условиях. Исследования по сравнению показателей здоровья работников атомных станций и жителей прилежащих территорий в последнее время не проводились, однако, с развитием атомного энергетического комплекса страны, их актуальность возрастает.

Цель исследования: сравнение показателей стоматологической заболеваемости у работников с ОУТ Калининской АЭС и у жителей прилежащего г. Удомля.

Материал и методы исследования. С использованием клинико-рентгенологического метода (осмотр и анализ ортопантомографии) были обследованы 216 работников Калининской АЭС и 246 жителей г. Удомля в возрасте 35-44 года. Обследование проводилось по модифицированной Карте оценки состояния стоматологического статуса ВОЗ. Критериями опасных условий труда выступали работа с источниками радиационного излучения в сочетании с высотой, замкнутым пространством, вибрацией.

Сравнение двух групп производилось по показателям: выявляемость; распространённость кариеса и некариозных поражений, заболеваний слизистой оболочки рта и пародонта; интенсивность заболеваний пародонта (CPI) и кариеса (КПУ); выявляемость признаков дисфункции ВНЧС, неудовлетворительной гигиены, смещения зубов, подвижности зубов, потери прикрепления десны, резорбции межзубных перегородок, зубных протезов, эндодонтического лечения.

Статистическое сравнение результатов обследования базировалось на критерии Стьюдента при достоверности различий $p<0,05$.

Результаты исследования. В результате клинико-рентгенологического обследования работниклв с ОУТ и жителей, работающих в обычных условиях труда, было выявлено высокое распространение кариеса и заболеваний пародонта у обеих групп. При этом распространенность кариеса среди удомельцев составила 99,2% (244 человека), среди работников Калининской АЭС – 99,1% (214 человек). Распространенность гингивита и пародонтита составила 92,3% (277 человек) и 90,7% (196 человек) соответственно.

Некариозные поражения (пятнистость и гипоплазия эмали, повышенной стирание зубов, клиновидные дефекты) были выявлены у 28,5% горожан и 31,9% сотрудников предприятия (70 и 69 человек соответственно).

Заболевания слизистой оболочки полости рта (лейкоплакия, красный плоский лишай, афтозный стоматит, герпес, хейлит, кандидоз) выявлены у 40 работников с ОУТ, что составило 18,6% от обследованных, и у 37 человек в г. Удомля (15,1% обследованных).

При расчете индекса интенсивности кариеса зубов (сумма кариозных, пломбированных и удаленных зубов) в указанных двух группах населения были получены практически идентичные данные: КПУ = 13,5±1,8 среди работников с ОУТ и 13,6±1,4 среди населения. Относительно количества зубов с предшествующим эндодонтическим лечением получены следующие данные: среди работников с ОУТ 79,2% обследованных имели хотя бы один такой зуб (171 человек), среди удомельцев – 77,2% (190 человек).

Индекс CPI (интенсивность заболеваний пародонта) был равен 4,9±0,4 среди работников с ОУТ и 4,6±0,3 среди работающих в обычных условиях труда, при этом половина поражённых секстантов пародонта имели отложения зубного камня. Почти половина выбранных сотрудников Калининской АЭС (105 работников, 48,6%) показали неудовлетворительную гигиену, при этом жителей г. Удомля с таким индексом было меньше, 40,2% (99 человек).

Деформации зубных рядов, в основном в сторону дефекта зубного ряда, выявлялись у 40,7% работников с ОУТ и 37,8% удомельцев (88 и 93 человека соответственно).

Подвижность зубов I степени выявлялась у 46 работников с ОУТ и у 30 человек среди обследованных в Удомле (соответственно 21,3% и 12,2%). Потеря десневого прикрепления легкой степени была выявлена среди 75 работников Калининской АЭС (34,7%) и 68 горожан (27,6%). Наличие резорбции межзубных перегородок (в большей степени в пределах одной трети) показало разницу в двух группах и составило 38,4% среди работников с опасными условиями труда и 28,9% среди удомельцев (83 и 71 человек соответственно).

Наличие ортопедических конструкций было выявлено среди 40 лиц с опасными условиями труда и столько же с обычными условиями труда, что составило 18,5% и 16,3% соответственно. Конструкции в основном были представлены искусственными коронками.

Признаки дисфункции височно-нижнечелюстного сустава оценивались по наличию болей или щелчков при пальпации ВНЧС и при движении нижней

челюсти. Перечисленные признаки были выявлены у 38 работников с ОУТ и 35 жителей Удомли (17,6% и 14,2% соответственно).

Проведенный анализ дает возможность достоверно зафиксировать разницу между работниками Калининской АЭС и жителями г. Удомля 35-44 лет в отношении следующих показателей: распространённость признаков дисфункции, некариозных поражений, заболеваний слизистой оболочки рта, неудовлетворительной гигиены полости рта, интенсивность заболеваний пародонта (индекс CPI), распространённость смещения зубов, подвижности зубов, потери десневого прикрепления, резорбции межзубных костных перегородок, зубного протезирования.

Выводы. Опасные условия труда не влияют на распространенность среди работников кариеса и заболеваний пародонта. Выявленные различия в показателях зубочелюстного комплекса могут быть связаны как с повышенной стрессогенностью при работе в опасных условиях, так и со сниженной мотивацией работников к сохранению стоматологического здоровья.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ГИНГИВИТА И ПАРОДОНТИТА У РАБОТНИКОВ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

И.С. Махнёва, Р.Д. Каирбеков,
И.В. Дедкова, Н.В. Попова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Сохранение здоровья высококвалифицированных работников вредных и опасных производств является актуальным вопросом для ведомственных медицинских организаций, осуществляющих регулярные медицинские обследования данного контингента. Распространенность заболеваний тканей пародонта среди работников с опасными условиями труда велика. Вопрос потребности в лечении таких заболеваний актуален и с точки зрения обеспечения адекватной комплектации медицинских учреждений кадрами, специализированным оборудованием и материалами.

Цель исследования: изучение потребности в лечении заболеваний пародонта работников с ОУТ Калининской АЭС.

Материал и методы исследования. С целью получения необходимых данных были обследованы 138 сотрудников Калининской АЭС мужского пола в возрастной группе 35-44 года, работающих в опасных условиях труда. Состояние стоматологического здоровья обследуемых оценивалось по Карте оценки стоматологического статуса ВОЗ, а также дополнено данными анализа рентгенортопантомограмм. Клинико-рентгенологической анализ позволял не только определить показатели распространенности и интенсивности заболеваний тканей пародонта среди обследованных, но и принять решение о конкретном виде стоматологического лечения.

В основу планирования лечения (удаление зубного камня и местное медикаментозное лечение, кюретаж пародонтальных карманов, лоскутные операции) были положены данные клинических рекомендаций и национальных руководств.

Результаты исследования. В ходе исследования была подтверждена гипотеза о высокой потребности в лечении заболеваний пародонта у работников с ОУТ, которая по данным проведенного обследования составила 91,3%.

В зависимости от наличия или отсутствия предшествующей санации полости рта у работников, распространенность у них заболеваний тканей пародонта составляла 87,2% и 92,8% соответственно. Также регулярные стоматологические осмотры влияют и на структуру заболеваний: у работников с отсутствием санации полости рта наиболее выявляемыми заболеваниями были гингивит (27,0%) и генерализованный пародонтит (33,3%), реже выявлялся локализованный пародонтит (11,1%); предшествующая санация меняла картину в сторону выявления локализованного (20,5%) и генерализованного (46,2%) гингивита, реже выявлялись генерализованный пародонтит (14,1%) и локализованный пародонтит (6,4%).

В структуре методов лечения, необходимых обследованным пациентам, согласно данным клинических рекомендаций и национальных руководств, наибольшую часть занимает профессиональная гигиена полости рта (удаление зубного камня и местное медикаментозное лечение) – 66,7% (Таблица 1). Во вторую очередь работники с ОУТ Калининской АЭС нуждались в кюретаже пародонтальных карманов, что заняло 18,8% в структуре требуемой медицинской помощи. 5,8% составила потребность в проведении лоскутных операций.

С целью оценки влияния регулярной санации полости рта на структуру потребности в лечении обследование повторили через год, при этом

потребность в лечении заболеваний пародонта Калининской АЭС все еще оставалась высокой, с небольшим снижением, и составляла 87,2%.

Структура потребности в лечении заболеваний пародонта спустя год изменилась в сторону уменьшения показателя необходимости кюретажа пародонтальных карманов (11,5%), лоскутных операций (3,3%), увеличения показателя професиональной гигиены (71,8%).

При расчете на одного работника перечисленные методы лечения распределены следующим образом: удаление зубного камня в комплексе с местной медикаментозной обработкой – 0,7 единиц, кюретаж пародонтальных карманов – 0,2 единицы, лоскутная операция – 0,01 единица на работника.

Таблица 1 – Потребность в лечении заболеваний пародонта у работников с ОУТ (всего / на 1 работника)

Показатели	**Кол-во видов лечения / %**	**На 1 работника**
Удаление зубного камня и местное медикаментозное лечение	92/66,7	0,7
Кюретаж пародонтальных карманов	26/18,8	0,2
Лоскутные операции	8/5,8	0,01

Выводы: Потребность в лечении заболеваний пародонта у работников с ОУТ Калининской АЭС в возрасте 35-44 лет составляет 91,3%.

Структура распространенности заболеваний пародонта зависит от наличия или отсутствия предыдущей санации полости рта: регулярные стоматологические осмотры ассоциированы с большей заболеваний, протекающих без нарушения зубодесневого прикрепления.

Структура видов показанного лечения заболеваний тканей пародонта на 66,7% состоит из потребности в удалении зубного камня и местном медикаментозном лечении.

Полученные данные полезны в отношении планирования финансирования ведомственных медицинских организаций из средств обязательного медицинского страхования, так как данные представлены в расчете на одного обследованного.

АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ЭМАЛИ И ДЕНТИНЕ ДЕВИТАЛИЗИРОВАННОГО ЗУБА

Э.А. Олесова, С.Д. Арутюнов,
Е.А. Некрасова, С.П. Ярилкина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В клинической практике нередко встречаются переломы и трещины зубов, испытывающих физиологическую нагрузку, но являющихся эндодонтически леченными, что указывает на снижение прочности тканей зуба, и изменение их физико-механических свойств вследствие девитализации. Такие осложнения не всегда являются показанием к удалению и могут быть устранены ортопедическим путем, что, в свою очередь, не исключает повторной трещины или перелома корня зуба. Частота встречаемости данных осложнений обуславливает интерес к изучению распределения нагрузки в тканях зуба, ее величины и соотношения с пределами прочности тканей девитализированного зуба. Такие данные можно получить, используя метод трехмерного математического моделирования, в котором учитываются пределы прочности девитализированных тканей зуба, а также конструкционных материалов.

Цель исследования: экспериментальное математическое сравнение напряжённо-деформированного состояния твёрдых тканей интактного и девитализированного зуба и окружающей костной ткани.

Материал и методы исследования. Трехмерная математическая модель витального премоляра нижней челюсти, содержащая в анатомическом соотношении эмаль и дентин, а также окружающую кортикальную и губчатую костную ткань, приводилась в сравнение с аналогичными моделями девитализированного зуба, зуба с периапикальной резорбцией и с резекцией верхушки корня. Из литературных источников были взяты данные о модуле упругости, коэффициенте Пуассона, пределе прочности на растяжение перечисленных тканей; при моделировании учитывалась разница пределов прочности витального и девитализированного дентина (104 МПа и 30 МПа соответственно). Модели подвергались нагрузке в 150 н вертикально и под углом 45°. Характер и величина интегральных напряжений анализировались по данным цветового картирования в программе SolidWorks (Dassault

Systemes). Сравнение величин напряжений в разных вариантах моделирования проводилось в программе Microsoft Office (Excel – 2019) с учётом критерия Стьюдента; различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования. Наибольшие напряжения при вертикальной нагрузке интактного зуба регистрируются на окклюзионной поверхности, в эмали, и составляют 34,204 МПа (Таблица 1). Ниже, над пульповой камерой, регистрируются максимальные напряжения в дентине – 9,174 МПа. В окружающей костной ткани максимальные напряжения концентрируются в области нижней трети корня (в кортикальной костной ткани) и составляют 5,066 МПа, а также в области апекса (в губчатой костной ткани) – 1,383 МПа.

При нагрузке под углом значения возрастают в эмали до 43,745 МПа, дентине – 56,469 МПа, кортикальной кости – 27,909 МПа, губчатой кости – 4,375 МПа. При этом топография концентрации напряжений также меняется: в эмали – вдоль шейки зуба, дентине – в средней части корня зуба, кортикальной кости – в зоне перехода вертикальной и базальной поверхностей челюсти, губчатой кости – в пришеечной части межзубных перегородок.

Таблица 1 – Максимальные величины напряжений при функциональной нагрузке девитализированного зуба (МПа)

Объект анализа	Интактный зуб	Девитализированный зуб
Эмаль (в)	34,204	51,147
Эмаль (н)	43,705	86,186
Дентин (в)	9,174	8,622
Дентин (н)	56,469	40,625
Кортикальная кость (в)	5,066	4,955
Кортикальная кость (н)	27,909	31,371
Губчатая кость (в)	1,382	1,953
Губчатая кость (н)	4,375	5,037

Примечение: в – вертикальная нагрузка; н – наклонная нагрузка

В модели девитализированного зуба были зарегистрированы большие значения максимальных напряжений. При вертикальной нагрузке - на 33,1% в эмали и 29,2% в губчатой кости лунки (51,147 МПа и 1,953 МПа); при наклонной нагрузке – на 49,3% в эмали, на 11,0% в кортикальной и на 13,1% в губчатой костной ткани (86,186 МПа, 31,371 МПа, 5,037 МПа). Ввиду снижения прочности, в девитализированном дентине, в сравнении с интактным, напряжения при вертикальной нагрузке мало различаются, а при наклонной – снижаются на 28,1%. Картина распределения напряжений схожа с интактным зубом и отличается только отсутствием концентрации напряжений по окклюзионной поверхности под эмалью, при этом сохраняются напряжения в области шейки.

Функциональная нагрузка девитализированного зуба приближает к пределу прочности напряжения в эмали (при вертикальной и наклонной нагрузках), а также в дентине (при наклонной нагрузке).

Выводы. Девитализация зуба приводит к увеличению напряжений как в эмали (превышая ее предел прочности), так и в костной ткани, особенно при наклонной нагрузке. В дентине при этом максимальные напряжения, концентрирующиеся в области шейки зуба, приближаются к пределу прочности девитализированной ткани.

Закономерности, полученные в результате математического моделирования, находят подтверждение в клинической практике, что позволяет использовать данный метод при прогнозировании биомеханических последствий стоматологического лечения с вмешательством на твердых тканях зуба.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕГРУЗКА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ТРЕЩИН И ПЕРЕЛОМОВ ЗУБОВ

Ю.А. Повстянко, В.И. Исмайлова,
С.С. Колонов, Н.В. Попова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

В настоящее время проблема трещин и переломов зуба остается актуальной для врача-стоматолога. Изучение причин данного осложнения

важно для его прогнозирования и предотвращения, при этом исследований по этой теме недостаточно.

Цель исследования: анализ выявляемости факторов риска появления трещин и переломов зубов по данным анкетирования врачей-стоматологов.

Материал и методы исследования. Была разработана специальная анкета**,** содержавшая 32 пункта и 9 вопросов. В анкету входили вопросы о частоте выявления трещин и переломов зубов, их характеристике, повлиявших биомеханических факторах функционирования, сроках с момента протезирования либо реставрации зуба. С помощью анкеты был проведен опрос 52 врачей-стоматологов разных специализаций (19 стоматологов-терапевтов, 18 – хирургов, 15 – ортопедов). Средний стаж работы опрашиваемых врачей составлял 12,4 года.

Результаты исследования.

По данным анкет, заполненных врачами-стоматологами, трещины и переломы зубов встречаются на стоматологическом приеме в 12,1% случаев лечения зуба и в 10,2% случаев удаления зуба. Наиболее часто встречаются трещины (в 60,4% случаев), реже – переломы (39,6%).

Структура относительно групповой принадлежности зуба в случае трещины или перелома выглядела следующим образом: премоляры – 52,7%, моляры – 30,1%, резцы – 15,5%, клыки – 1,6%; относительно челюсти: на верхней – 62,5%, на нижней – 37,5%; относительно части зуба: корень – 59,1%, коронка – 40,9%; относительно топографии перелома: продольная – 68,2%, поперечная – 31,8%.

Диагностика трещин и переломов зубов чаще происходила посредством осмотра, однако в 5,9% случаев диагноз ставился только по данным ренгенографии, а в 9,7% случаев для постановки диагноза требовалось КТ-исследование.

Условиями, по мнению специалистов, в разной степени влияющими на вероятность возникновения трещин и переломов являются: в 87,7% – девитализация зуба, в 79,2% – функциональная перегрузка вследствие имеющегося незамещенного дефекта зубного ряда, в 29,2% случаев – истирание твердых тканей на фоне бруксизма и мышечно-суставной дисфункции, в 30,1% – резорбция окружающей костной ткани более трети длины корня, в 12,7% – окклюзионный супраконтакт, в 9,3% случаев – периапикальный дефект костной ткани и только в 5,3% случаев влияла подвижность зуба.

Относительно осложнений кариеса и последующего протезирования

дефектов вероятность влияния факторов распределялась следующим образом: обширная полость в зубе (более половины окклюзионной поверхности) влияет в большинстве случаев – 76,3%, по мнению специалистов (20,5% случаев из которых – полость в пришеечной области), при восстановлении полости композитной пломбой ее негативное влияние снижается до 49,3%; в трети случаев влияло истончение стенок корня – 30,6%; почти четверть зубов с трещиной или переломом являлись опорой мостовидного протеза – 23,6%, 15,1% – опорой кламмеров и замков частичных съемных протезов; культевая штифтовая вкладка присутствует в 21,9% зубов с переломом и трещиной, металлический штифт – в 21,1%, стекловолоконный – в 10,3%; 8,1% зубов были покрыты искусственной коронкой.

Рисунок 1 – Частота возникновения переломов и трещин в зависимости от сроков эксплуатации с момента девитализации зуба; реставрации зуба; фиксации коронки или мостовидного протеза; наложения съемного протеза

Было проанализировано также мнение врачей-стоматологов относительно влияния сроков с момента девитализации зуба, его реставрации, протезирования до момента трещины или перелома (Рисунок 1). Относительно девитализации, по мнению специалистов, наибольшая вероятность перелома или трещины в срок от 3 до 5 лет эксплуатации – 52,0%, до 3 – 3,8%, до 10 – 15,6%, свыше 10 – 1,6% зубов. При наложении композитной пломбы тот же временной промежуток считается наиболее опасным – 46,4%, до 3 лет – 19,2%,

до 10 – 22,9%, свыше 10 – 11,5%. Схожая картина и относительно сроков с момента фиксации искусственной коронки (в том числе как части мостовидного протеза): от 3 до 5 лет – 49,2%, до 3 лет – 29,2%, до 10 лет – 8,1% и более 10 лет – 13,5%. Для опорных зубов кламмеров и замков несъемных протезов все тот же период являлся наиболее опасным: до 5 лет – 49,5%, до 3 лет – 39,0%, до 10 лет – 6,5% и 5% в сроки свыше 10 лет.

Выводы. По мнению врачей-стоматологов выявляемость трещин и переломов зубов составляет 12,1% случаев лечения зуба и в 10,2% случаев удаления зуба. Наиболее часто изученному осложнению подвергаются премоляры верхней челюсти, топография дефекта – продольная, локализация – в корне зуба. Значимыми факторами, влияющими на вероятность возникновения трещин и переломов, являются девитализация зубов, их перегрузка, обширные дефекты, истончение стенок корня, сроки после девитализации, пломбирования, протезирования в промежутке от 3 до 5 лет.

Данные исследования позволяют прогнозировать осложнения в отдаленные сроки после терапевтического и ортопедического лечения зубов.

ЭЛИМИНАЦИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РОТОВУЮ ЖИДКОСТЬ

Б.М. Радзишевский, П.В. Кащенко,
Е.В. Глазкова, А.В. Жаров

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Явление гальванизма в ортопедической стоматологии известно при наличии в полости рта конструкций, выполненных из разнородных сплавов. Намного более реже синдром гальванизма встречается при протезировании на имплантатах. Данное явление отражает процесс коррозии сплавов в ротовой жидкости, что обуславливает интерес к анализу содержания химических элементов протезов в клинических и экспериментальных условиях.

Цель исследования: сравнительный анализ содержания в ротовой жидкости в клинике и в эксперименте микроэлементов протезов на имплантатах.

Материал и методы исследования. В НИТУ «МИСиС» проведена регистрация микроэлементов из состава зубных протезов на имплантатах после нахождения их в контакте с искусственной слюной в течение 3 месяцев. Стандартные титановые имплантаты, изготовленные из сплавов Grade 4 или Grade 5 (соответственно содержание титана 99,757% и 90,103%), покрывались металлокерамическими коронками на основе хром-кобальтового сплава. Состав искусственной слюны по ГОСТ Р ИСО 10993-15-2001, (г/л): Na_2HPO_4 0,26; NaCl 0,70; KSCN 0,33; K_2HPO_4 0,20; $NaHCO_3$ 1,50; KCl 1,20; pH=7,0. По истечении трех месяцев исусственная слюна анализировалась методом спектрометрии на содержание химических элементов протезов и имплантатов: титан, кобальт, хром, алюминий, ванадий, молибден, вольфрам, марганец, никель, железо.

Клиническая часть исследования заключалась в анализе спектрометрическим методом у 32 пациентов с несъемными протезами на имплантатах и сроком пользования не менее 3 лет тех же химических элементов. У большинства пациентов были установлены имплантаты из Grade 4 и металлокерамические протезы на основе хром-кобальтового сплава. Все обследованные имели признаки хронического локализованного или генерализованного пародонтита легкой степени тяжести.

Спектрометрия слюны пациентов осуществлялась на спектрометре ICP-MS 7500 Series («Agilent Technologies Inc.», США). Идентичные измерения экспериментального материала проводили на спектрометре iCAP 6300 Radial View («Thermo Fisher Scientific Inc.», США).

Результаты исследования. В сравнении с экспериментальными данными, по данным масс-спектрометрии, у пациентов в ротовой жидкости выявлено большее количество микроэлементов (разница показателей по одному и тому же элементу колеблется от 0 до 128 раз).

В экспериментальных условиях искусственная слюна в течение 3 месяцев насыщалась микроэлементами из имплантатов и покрывающих металлокерамических коронок. В емкости с одним имплантатом Grade 4 с коронкой выявлены следующие микроэлементы: титан (0,4 мкг/л), кобальт (3,8 мкг/л), хром (0,5 мкг/л), алюминий (2,6 мкг/л), ванадий (<0,6 мкг/л), молибден (1,5 мкг/л), вольфрам (3,0 мкг/л), марганец (0,9 мкг/л), никель (0,5 мкг/л), железо (<0,6 мкг/л) (Таблица 1). При этом, в искусственной слюне из емкости с имплантатом Grade 5 было выявлено большее содержание таких микроэлементов, как алюминий, никель, марганец – в соответствии с

вышеизложенным порядком перечисления 0,4 мкг/л, 4,3 мкг/л, 0,4 мкг/л, 12,0 мкг/л, <0,6 мкг/л, 1,4 мкг/л, 3,0 мкг/л, 1,4 мкг/л, 1,0 мкг/л, <0,6 мкг/л.

В сравнении с данными, полученными экспериментальным путем, спектрометрия ротовой жидкости пациентов дала результат большего содержания микроэлементов: содержание титана составило 11,9 мкг/л, кобальта – 4,0 мкг/л, хрома – 20,1 мкг/л, алюминия – 158 мкг/л, ванадия – 2,3 мкг/л, молибдена – 1,9 мкг/л, вольфрама – 2,3 мкг/л, марганца – 60,0 мкг/л, никеля – 15,8 мкг/л, железа – 76,8 мкг/л.

Разница показателей по одному и тому же элементу в клинических и экспериментальных условиях составила от 0 до 128 раз. Наибольшее различие выявлено по микроэлементам железо, хром, марганец, наименьшее – вольфрам, молибден, кобальт.

Таблица 1 – Содержание микроэлементов состава протезов и имплантатов в искусственной слюне и в ротовой жидкости (мкг/л)

Элемент	Grade 4	Grade 5	Ротовая жидкость
Ti	0,4	0,4	11,9
Co	3,8	4,3	4,0
Cr	0,5	0,4	20,1
Al	2,6	12,0	158,0
V	<0,6	<0,6	2,3
Mo	1,5	1,4	1,9
W	3,0	3,0	3,5
Mn	0,9	1,4	60,0
Ni	0,5	1,0	15,8
Fe	<0,6	<0,6	76,8

Выводы. В результате проведенного исследования достоверно установлено явление диффузии в окружающую жидкую среду микроэлементов из состава протезов и имплантатов.

Экспериментальное пребывание протезов на имплантатах в течение 3 месяцев в искусственной слюне сопровождается диффузией всех микроэлементов протезов и имплантатов в окружающую среду.

Протезы на имплантатах с меньшим содержанием титана характеризуется большей степенью диффузии алюминия, кобальта, никеля, марганца.

В клинических условиях в сравнении с экспериментальными условиями наблюдается более значительная диффузия микроэлементов протезов в слюну по данным ее спектрометрического исследования, что, возможно, связано с увеличенным сроком экспозиции (3 года против 3 месяцев) и большим количеством имплантатов в полости рта каждого пациента

ТЕНДЕНЦИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РОССИИ

А.В. Уткин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Стоматологические заболевания являются одними из социально значимых патологий человека, при этом обращаемость населения за стоматологической помощью также относится к одной из самых массовых.

Это диктуется высокой распространённостью стоматологических заболеваний, которые, несмотря на принимаемые меры, остаются на существенном уровне. Следует также отметить, что, несмотря на достижения современной науки, число осложнений в стоматологической практике не уменьшается и по сей день.

Всё это требует чёткого мониторинга ситуации. В связи с этим **целью исследования** стало изучение основных тенденций в распространенности стоматологических заболеваний.

Материал и методы исследования. Аналитическим методом изучены литературные источники по базам данных Scopus, Web of Science, MedLine, The Cochrane Library, CyberLeninka, eLibrary.ru, РИНЦ за последние 10 лет.

Результаты и обсуждение. По данным многочисленных эпидемиологических исследований, распространенность кариеса в нашей стране среди взрослого населения колеблется в довольно широких пределах (С.А. Куликова, 2022). По мнению А.С. Алейникова (2014), у 88,2% обследованных студентов обнаружены патологические изменения в

пародонте, а результаты комплексных исследований того же А.С. Алейникова позволили установить, что в разных возрастных группах трудоспособного населения у 95-99 % обследованных имеются патологические процессы в пародонте.

Как указывает А.Н. Малинин, «нуждаются в лечении кариеса зубов 94,0% пациентов, пульпита и периодонтита – 54,6% пациентов, заболеваний пародонта – 81,1%». Высокие показатели распространённости и интенсивности стоматологических заболеваний на материале г. Санкт-Петербурга приводит также С.Г. Павлова (2020). По данным В.В. Масумовой, у населения Саратовской области распространённость осложнений кариеса составила 88,23%, интенсивность кариеса 4,03 зуба, а более половины эндодонтически лечённых зубов подлежало перелечиванию (2021).

На высокую обращаемость городского населения за стоматологической ортопедической помощью указывает И.Н. Прокудин (2017). По его данным это составляет 1038,2 на 1000 населения Белгородской области – выше среднего показателя по РФ 928,9‰, которую автор связывает прежде всего с хорошей доступностью стоматологической помощи. Число санированных на 1000 населения здесь также было выше, чем в среднем по России (217,0 и 172,6 соответственно) при меньшем числе посещений (4,78 и 5,38 на 1 санированного).

Хорошее состояние здоровья отмечают у себя только 21,5% жителей Саратовской области, остальные – удовлетворительное и плохое, причём с негативной тенденцией (О.П. Эмирвелиева, 2021).

Высокая распространенность основных стоматологических заболеваний приводит к значительной потере зубов. В среднем, у каждого жителя Западной Европы в возрасте до 70 лет сохраняется 20,2 зуба; до 80 лет – 18,6 зуба, а старше 80 лет – 16,6 зубов. Следует также отметить, что в нашей стране до 60 – 80% зубов удаляют по поводу периодонтита, что указывает на низкое качество эндодонтического лечения.

Особую озабоченность у стоматологов вызывает рост одонтогенной инфекции, в развитии которой главную роль играет апикальный периодонтит и раны после удаления зубов (М.А. Иванова с соавт., 2012).

По данным М.А. Ивановой, у 90% больных одонтогенный гайморит возникает вследствие перфораций дна верхнечелюстной пазухи при удалении зуба и других хирургических вмешательствах на альвеолярном отростке верхней челюсти, а у 10% воспалительный процесс развивается при наличии

одонтогенного очага инфекций в непосредственной близости от пазухи (одонтогенная гранулема, радикулярная киста и др.).

Тяжелое течение одонтогенных воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области, частое развитие осложнений в виде медиастенита, тромбоза пещеристой пазухи, менингита, менингоэнцифалита, сепсиса нередко представляет серьезную угрозу для жизни больных (С.А.Куликова с соавт., 2021). Смертность при внутричерепных осложнениях, медиастените и сепсисе составляет от 34 до 90%. В связи с этим, актуальной задачей стоматологии являются профилактика и адекватное лечение одонтогенных осложнений.

Следует отметить, что, несмотря на достижения современной науки, число осложнений в стоматологической практике не уменьшается и составляет в среднем на 1 млн. стоматологических вмешательств 4 случая смерти.

Выводы. Итак, стоматологическая заболеваемость остаётся на достаточно высоком уровне. Учитывая не только медицинские, но и экономические аспекты, они требуют к себе пристального внимания и, в первую очередь, разработки профилактических мероприятий. Эпидемиологические исследования, проводимые в различных регионах, являются ценным материалом для планирования и разработки эффективных методов профилактики и лечения стоматологических заболеваний.

РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ УСТРАНЕНИЯ МИОФАСЦИАЛЬНОЙ БОЛИ У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ С ОРТОДОНТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

Т.А. Фазылова, А.А. Ильин, Е.Е. Олесов,
Б.М. Радзишевский, В.Г. Мовсесян

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

На приеме врача-ортодонта нередки пациенты с болями в челюстно-лицевой области и внутренними нарушениями височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС). Сочетание указанных патологических состояний характеризуется сложностью междисциплинарной терапии и частым рецидивированием.

Цель исследования: анализ выявляемости и эффективности лечения миофасциальных болевых расстройств и внутренних нарушений височно-

нижнечелюстного сустава у взрослых пациентов с зубочелюстными аномалиями.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ историй болезни 300 взрослых пациентов с зубочелюстными аномалиями, которые проходили обследование и лечение в условиях многопрофильной стоматологической клиники. Анализ касался пациентов с не менее пятилетним сроком с начала ортодонтического лечения. Произведена оценка распространённости и структуры внутренних нарушений височно-нижнечелюстного сустава и миофасциальных болевых расстройств и анализ результатов их коррекции. Пациенты распределены на 2 группы: 1 – внутренние нарушения ВНЧС и миофасциальные болевые расстройства с вправляемым, невправляемым смещением суставного диска и гипермобильностью головок нижней челюсти; 2 – миофасциальные болевые расстройства без внутренних нарушений ВНЧС с миофасциальной болью и миофасциальным болевым синдромом. Ортодонтическое лечение проводилось с использованием современных брекет-систем, внутриротовых аппаратов, ортоимплантатов в зависимости от вида и тяжести зубочелюстных аномалий.

Результаты исследования. В ортодонтическом лечении чаще нуждались пациенты с миофасциальной болью (71,5%), затем (28,3%) – с миофасциальным болевым синдромом лица. У этих пациентов чаще выявляются внутренние нарушения ВНЧС и зубочелюстные аномалии II класса по Энглю с односторонней дистальной окклюзией, глубоким прикусом, а также I класса со скученностью зубов. Внутренние нарушения ВНЧС с сопутствующими миофасциальными болевыми расстройствами в виде миофасциальной боли наблюдались у 82,4% пациентов; миофасциальные болевые расстройства без внутренних нарушений ВНЧС регистрировались у 17,4% пациентов.

В проведённом исследовании общая эффективность лечения внутренних нарушений ВНЧС и миофасцинальных болевых растройств составила 46,4%; стойкого улучшения не наблюдалось в 35,7%; ухудшение регистрировалось в 17,8%. Рецидивы отмечены в 60,7 %. При лечении миофасцинальных болевых растройств без внутренних нарушений ВНЧС общая эффективность лечения составила внутренних 5,5%, стабилизация –50,0% и ухудшение 44,4%. Общая эффективность лечения внутренних нарушений ВНЧС, включая вправляемое и невправляемое смещение суставного диска и миофасциальная боль, приближается к 50%, стойкого улучшения не наблюдалось у трети пациентов,

а у остальных регистрировалось ухудшение; рецидивы отмечены более, чем у половины пациентов. При лечении миофасциальных болевых расстройств без внутренних нарушений ВНЧС общая эффективность лечения у стоматолога невысока: у половины пациентов достигнута стабилизация, а более, чем у 40% происходило ухудшение. Миофасциальная лицевая боль с большим трудом поддаётся лечению и требует привлечения продолжительной медикаментозной терапии у невролога.

Таким образом, зубочелюстные аномалии у более, чем половины взрослых пациентов на ортодонтическом приеме сочетаются с миофасциальными болевыми расстройствами. В ортодонтическом лечении чаще нуждаются пациенты с миофасциальной болью, в три раза реже – с миофасциальным болевым синдромом лица. У этих пациентов чаще выявляются внутренние нарушения ВНЧС и зубочелюстные аномалии, относящиеся ко II классу по Энглю (с односторонней дистальной окклюзией и глубоким прикусом) и к I классу со скученностью зубов.

Проведенный ретроспективный анализ обследования и лечения взрослых пациентов с зубочелюстными аномалиями демонстрирует высокую частоту сочетания ортодонтической патологии с заболеваниями ВНЧС и миофасциальными болевыми расстройствами, а также недостаточную эффективность ортодонтического лечения, что обуславливает необходимость в разработке новых подходов и способов ортодонтического лечения в условиях патологии височно-нижнечелюстного сустава.

Раздел 8. Медицина катастроф

ПОДБОР РАСТВОРИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОБОПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ ЛИОФИЛИЗИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ ПРИ ОЦЕНКЕ АКТИВНОСТИ ФАКТОРА VIII КЛОТИНГОВЫМ МЕТОДОМ

С.Е. Зиганшина, Е.С. Кормщикова, Е.Н. Калинина,
Е.А. Коновалова, Е.В. Росина

ФГБУН КНИИГиПК ФМБА России, г. Киров, РФ

Введение. В условиях ограниченных возможностей применения свежезамороженной плазмы для повышения выживаемости раненых и пострадавших с острой кровопотерей в экстремальных ситуациях важны логистические преимущества, которые дает использование лиофилизированной плазмы (ЛП) [1]. Эффективность ее применения во многом зависит от сохранности факторов свертывания крови, обеспечивающих плазменный гемостаз. Этапы технологического процесса получения сухого гемокомпонента оказывают значительное влияние на структуру и функциональную активность белков плазмы, особенно термолабильных, к которым относится фактор VIII, его определение регламентировано Постановлением Правительства Российской Федерации от 22.06.2019 № 797 (ПП РФ № 797) [2]. Инструкциями по применению наборов реагентов для определения активности фактора VIII не описан порядок пробоподготовки образцов ЛП.

Цель: провести подбор растворителя для пробоподготовки образцов лиофилизированной плазмы при оценке активности фактора VIII клотинговым методом.

Материалы и методы. Проведено лабораторно-экспериментальное изучение образцов нативной донорской плазмы (n=24) и ЛП (n=116).

Лиофильное высушивание осуществляли с использованием установки сублимационной сушки модели BT-SI-825-SS-Y3 (ООО «БиДжет», Россия) в экспериментальных полимерных контейнерах с мембраной. Равные навески ЛП массой 1,5 г одновременно восстанавливали в объеме 18 мл различных растворителей: препарате «Натрия хлорид, раствор для инфузий 0,9%» (ФР) коммерческом с исходным pH 5,7 и со значениями pH от 1,5 до 4,5, препарате «Вода для инъекций» коммерческом с исходным pH 5,7 и pH 2,5, а также трис-буферном растворе, рекомендованном производителем набора реагентов Diagnostica Stago SAS для разведения исследуемых образцов. Показатель pH растворителей корректировали с использованием 1 М раствора HCl. Активность фактора VIII определяли в соответствии с инструкциями по применению наборов реагентов, совместимых с автоматическим коагулометрическим анализатором STA Compact MAX. Показатель pH измеряли с использованием портативного pH/мВ/^{0}С-метра «HI 8314». Относительную активность фактора VIII определяли в % от показателя в нативной плазме. Обработку результатов, полученных в ходе исследования, проводили с использованием программ MS Excel (Microsoft, США). Рассчитывали среднее арифметическое и его стандартное отклонение, значимость различий между выборками оценивали с использованием *t*-критерия Стьюдента (*t-test*).

Результаты исследования. В процессе проведения лиофилизации снижение активности фактора VIII достигало в среднем 50%. При этом показатель pH восстановленных образцов ЛП существенно увеличивался (*t-test*: $p<0,005$) по сравнению с нативной плазмой и составлял 8,8±0,2. Предположили, что защелачивание плазмы в ходе лиофилизации оказывало влияние на результат определения активности фактора VIII клотинговым методом. В связи с этим провели исследование по подбору растворителя для пробоподготовки образцов ЛП с целью корректировки pH.

На рисунке 1 представлены результаты определения относительной активности фактора VIII и pH в пробах ЛП, восстановленных с использованием различных растворителей.

Значение pH нативной плазмы составило 7,6, активность фактора VIII – (0,9±0,3) МЕ/мл. После растворения ЛП в ФР (контроль) pH повысился до 9,0, относительная активность фактора VIII снизалась до (46±5)%. ЛП, восстановленная в ФР с pH 2,0, имела значение pH близкое к физиологическому 7,7, при этом относительная активность фактора VIII составила (69±7)%. Самое низкое значение данного показателя

зарегистрировано для ЛП с pH 5,7, восстановленной с использованием ФР с pH 1,5, – (36±11)%. Для ЛП с pH 8,6 величина показателя составляла (51±15)%, при повышении pH до 8,9 – снижалась до (46±16)% и статистически не отличалась от значения в контроле (*t-test*: *p*=0,96). Пробы ЛП, разведенные в трис-буферном растворе, характеризовались относительной активностью фактора VIII (65±11)%, регидратированной в воде для инъекций с pH 2,5 и 5,7 – (59±3)% и (62±10)%, соответственно. Несмотря на различие величин pH ЛП, растворенной в исходной и подкисленной воде для инъекций (*t-test: p*=0,008), относительная активность фактора VIII при этом существенно не отличалась (*t-test: p*=0,44). Таким образом, показано, что значение активности фактора VIII в ЛП, растворенной в ФР с pH 2,0, трис-буферном растворе с pH 7,9 и воде для инъекций, на 20% выше, чем в ФР с исходным pH 5,7.

Рисунок 1 – Показатели относительной активности фактора VIII и pH плазмы, восстановленной с использованием различных растворителей

Заключение. Результаты определения активности фактора VIII клотинговым методом зависят от типа растворителя и в меньшей степени определяются показателем pH среды. С целью корректировки pH гемокомпонента на этапе пробоподготовки перед проведением клотинговых тестов целесообразно использовать в качестве растворителя подкисленный до pH 2,0 физиологический раствор натрия хлорида, трис-буферный раствор или воду для инъекций. Результаты исследования могут быть использованы при обосновании выбора растворителя для гемокомпонента ЛП.

Список использованных истоников:

1. Pusateri AE, Butler FK, Shackelford SA et al. The need for dried plasma - a national issue. Transfusion. 2019; 59 (2): 1587 – 1592.
2. Peng H.T., Singh K., Rhind S.G., da Luz L., Beckett A. Dried Plasma for Major Trauma: Past, Present, and Future. Life (Basel). 2024; 14 (5): 619.

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫЕЗДНЫХ ФОРМ РАБОТ НА ТЕРРИТОРИЯХ ОБСЛУЖИВАНИЯ ФМБА РОССИИ

Н.А. Качанова, Н.Н. Баранова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Внедрение системы менеджмента качества при проведении выездных форм работ на территориях обслуживания ФМБА России актуально в настоящее время. Принципиальными особенностями данной работы являются:

1. Высокая ресурсоемкость, что обуславливает значительную зависимость от уровня технического оснащения – состояния транспорта, средств связи, процессов автоматизации и информатизации системы управления выездными бригадами скорой медицинской помощи, медицинского оснащения (качества вспомогательных процессов), а также состояния кадровых ресурсов (персонала фельдшерских, врачебных общепрофильных и специализированных бригад – его наличия и уровня профессиональной подготовки).
2. Оперативный характер работы, предъявляющий требования к срокам и характеру профессиональных действий и управленческих решений.
3. Особенности профессиональной патологии на промышленных объектах ФМБА России (особо опасные условия труда).

Система управления качеством медицинской помощи на территориях обслуживания ФМБА России призвана решать задачи по созданию оптимальной структуры, организации технологических процессов, управлению результатами медицинской деятельности, непрерывному обучению персонала, внедрению современных организационных технологий.

Наряду с вошедшими в обиход понятиями «умная поликлиника», «умный стационар», «бережливое производство» и др., напрямую связанными с развитием системы менеджмента качества в медицинских организациях, назрела необходимость их применения и в области оказания скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи, особенно при выполнении различных видов выездных форм работ. В 2021 году при участии специалистов Центра санитарной авиации и скорой медицинской помощи ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России были разработаны практические рекомендации по организации внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при проведении выездных форм работ, утвержденные на заседаниях профильных комиссий Минздрава России по скорой медицинской помощи и медицины катастроф. Для популяризации внедрения системы менеджмента качества при проведении выездных форм работ специалистами дополнена глава «Менеджмент качества в деятельности службы скорой медицинской помощи» последнего издания Национального руководства по скорой медицинской помощи, а также разработана и зарегистрирована на портале НМО дополнительная профессиональная учебная программа повышения квалификации медицинских специалистов «Организация внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при оказании скорой, в том числе скорой специализированной, медицинской помощи и проведении медицинской эвакуации больных и пострадавших».

Специалисты Центра санитарной авиации и скорой медицинской помощи проводят аудит внутреннего контроля качества и безопасности медицинской деятельности при проведении выездных форм работ в медицинских организациях ФМБА России Центрального федерального округа посредством онлайн-консультирования, анкетирования, очного посещения. Акцент делается на развитие телемедицинских технологий, цифрового документооборота, мониторинга и маршрутизации медицинской эвакуации в догоспитальном и госпитальном периодах с учетом специфики патологии прикрепленного контингента. Основные задачи отделений скорой медицинской помощи медицинских организаций ФМБА России – это круглосуточное дежурство на территориях крупных промышленных объектов с особо опасными условиями труда, на территориях закрытых административных территориальных образований, межбольничная медицинская эвакуация. Обобщенные результаты скрининговой оценки деятельности отделений скорой медицинской помощи различных

медицинских санитарных частей Центрального федерального округа на соответствие требованиям контроля качества показывают, что не везде применяются Практические рекомендации в качестве инструмента для налаживания качества оказания медицинской помощи, основное внимание контролю качества уделяется в стационарах и амбулаторном звене, игнорируя выездные формы работ. Основные перспективные направления в части внедрения системы менеджмента качества при проведении выездных форм работ на территориях обслуживания ФМБА России является обучение руководителей медицинских организаций ФМБА России, взаимодействие со специалистами НИИ «Институт качества» Росздравнадзора, разработка методических руководств и информационных материалов по направлениям обеспечения качества и безопасности медицинской деятельности.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВАКУАЦИИ РАНЕНЫХ И ПОРАЖЁННЫХ ТЯЖЁЛЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ ВЕРТОЛЁТАМИ

И.А. Коронков

МАИ, г. Москва, РФ

Потребности практики оказания медицинской помощи раненым и пораженным в чрезвычайных ситуациях мирного и военного времени свидетельствуют о необходимости совершенствования авиамедицинской эвакуации [1]. Авиамедицинская эвакуация сопряжена с воздействием на эвакуируемых факторов полета: вибрации, шума, перепадов барометрического давления, гипоксической гипоксии (ввиду негерметичности кабин летательных аппаратов), а также зависимости условий эвакуации от погодных условий, времени суток и времени года [2, 3]. Это обусловливает необходимость применения специализированных медицинских модулей, обеспечивающих мониторинг и поддержание состояния эвакуируемых [4, 5].

В настоящее время в государственной авиации для эвакуации раненых и пораженных применяют два типа летательных аппаратов, позволяющих производить транспортировку эвакуируемых с применением специализированных медицинских модулей: самолет Ил-76, позволяющий осуществлять транспортировку большего количества раненых и пораженных,

но требующий размещения на стационарных аэродромах, находящихся на большом удалении от очага чрезвычайных ситуаций и от медицинских учреждений; вертолет Ми-8, не требующий специальных площадок для приземления, но обеспечивающий перевозку всего 2-4 эвакуируемых, что недостаточно для эффективной авиамедицинской эвакуации раненых и пораженных в чрезвычайных ситуациях.

Изложенные факты свидетельствуют о необходимости применения для авиамедицинской эвакуации тяжелых транспортных вертолетов, оборудованных специализированными медицинскими модулями. Перспективным вариантом решения этой задачи является оборудование вертолета Ми-26Т2В модулями медицинскими самолетными (ММС) ММС.9520.000 разработки Казанского агрегатного завода.

Наличие в составе оборудования вертолета Ми-26Т2В бортового комплекса обороны обеспечивающего защиту вертолета от поражения управляемыми ракетами, а также адаптация его для полетов с применением очков ночного видения позволит проводить оперативную скрытную эвакуацию до двенадцати раненых и пораженных.

Тактический радиус действия вертолета Ми-26Т2В позволяет осуществлять транспортировку раненых на большие расстояния, а довольно высокая крейсерская скорость полета обеспечивает существенное сокращение времени эвакуации.

Список использованных источников:

1. Шелепов А.М., Вислов А.В., Каниболоцкий М.Н., Облизин Р.Е. Перспективы использования авиационного транспорта для эвакуации раненых и больных в Вооруженных Силах Российской Федерации // Вестник Российской Военно-медицинской академии. 2013. № 2 (42). С. 158-164.
2. Гуменюк С.А., Потапов В.И., Шептунов Г.В., Сысоев А.Ю., Егоров В.В., Пиляева А.С. Особенности организации и выполнения интенсивной терапии у тяжелопострадавших с ожогами при проведении авиамедицинской эвакуации // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022. № 3. С. 28-36.
3. Хвостов В.Д., Облизин Р.Е. Современное состояние медицинской эвакуации раненых и больных авиационным транспортом в Вооружённых Силах Российской Федерации // Известия Российской военно-медицинской академии. 2018. Т. 37. № 1 S1-2. С. 336-340.

4. Медведев В.Р., Богомолов А.В., Мурашев Н.В., Гамалий В.Н., Сидоров В.А. Техническое оснащение тактического и оперативного этапов медицинской эвакуации // Оборонный комплекс - научно-техническому прогрессу России. 2011. № 4. С. 95-103.
5. Сушильников С.И. О зарубежном опыте эвакуации вертолетами раненых и больных в вооруженных конфликтах второй половины XX века // Военно-медицинский журнал. 2016. Т. 337. № 11. С. 58-60.

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ СОРТИРОВКИ ПОСТРАДАВШИХ БРИГАДАМИ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ И МЕДИЦИНЫ КАТАСТРОФ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

С.С. Макаров[1], Н.М. Макарова[1], А.Л. Пьянков[2]

[1]ФГБУЗ ЦМСЧ № 15 ФМБА России, г. Снежинск, РФ,
[2]ООО «Вегастар»

Актуальность. В настоящее время человечеству угрожают самые разнообразные опасности, его уязвимость от последствий стихийных бедствий, аварий, катастроф, террористических актов, вооруженных конфликтов – возрастает [1]. Значимость развития службы скорой медицинской помощи в РФ обусловлена большой ролью данного вида медицинской помощи для сохранения и поддержания здоровья, а зачастую и жизни населения [2]. Рост числа и тяжести техногенных аварий и катастроф с большими медико-социальными потерями, угроза международного и локального терроризма возлагают на скорую медицинскую помощь и службу медицины катастроф дополнительные задачи, решение которых требует дальнейшего совершенствования их организации. Состояние экстренной медицинской помощи на догоспитальном этапе требует повышения эффективности управления скорой медицинской помощи и медицины катастроф [3]. К значительным недостаткам существующих МИС можно отнести ограниченные возможности в управлении данными, повышенную нагрузку на медицинских работников из-за ручного ввода данных, что ведет к увеличению времени и повышению трудозатрат [4]. Цифровизация процесса сортировки пострадавших позволит не только исключить человеческий

фактор из числа ошибок при оказании скорой медицинской помощи во время чрезвычайных ситуаций (ЧС), но и повысит оперативность принятия решений, а также структурирует весь объем поступающих данных и позволит анализировать и управлять процессом ликвидации ЧС в режиме реального времени более эффективно.

Цель исследования. Разработка программного обеспечения для сортировки пострадавших бригадами скорой медицинской помощи и медицины катастроф при ЧС.

Материалы и методы исследования. Программное обеспечение для сортировки пострадавших бригадами скорой медицинской помощи и медицины катастроф при чрезвычайных ситуациях и ликвидации их последствий была названа нами «АДИС-Триаж». Серверная часть реализована на языке программирования C# на платформе Asp Net, база данных PostgresSQL, для планшетов программа написана на языке программирования Kotlin, локальная база данных SQLite, среда разработки Android Studio. За основу алгоритма сортировки пострадавших взяты алгоритмы START, JumpSTART, объединенные в единый алгоритм экстренного распределения пострадавших по сортировочным группам, а также шкалы NEWS2, PEWS, ВАШ и другие для уточнения состояния пострадавших.

Нами был проведен анализ первичной медицинской документации – карт вызова скорой медицинской помощи (форма 110/у) за период с 2021 г. по ноябрь 2024 г. включительно, а затем проведена апробация алгоритма на условных ЧС с использованием моделирования пострадавших, имевших место быть в реальных клинических случаях, а также на условных пострадавших, используемых для обучения сотрудников скорой медицинской помощи и медицины катастроф на тактико-специальных учениях.

Результаты. Программа предназначена для сортировки пострадавших бригадами скорой медицинской помощи и медицины катастроф при чрезвычайных ситуациях. Алгоритм сортировки пострадавших учитывает такие параметры, как пол, возраст, наличие беременности, уровень сознания, параметры дыхания, наличие кровотечения, локализацию и тяжесть травмы, наличие дополнительных поражающих факторов. При этом соблюдаются принципы двойной сортировки и идентификации пострадавших – по лечебному признаку определяется сортировочная группа, по эвакуационному – очередь эвакуации внутри группы, пострадавшему присваивается уникальный номер, а затем проводится его идентификация. Принятие решения автоматизировано через дерево решений, основанное на известных алгоритмах сортировки. Предусмотрены таймеры пересортировки отдельных

групп пострадавших для динамического контроля их состояния. Нами было проанализировано 53 043 карты вызова скорой медицинской помощи, а также 2 пожара и 2 дорожно-транспортных происшествия с числом пострадавших от 3 человек, произошедших в период с 2021 г. по ноябрь 2024 г. в г. Снежинск, Челябинской области, помимо этого, для апробации алгоритма взято 167 условных пострадавших из задач для медицины катастроф.

Программа «АДИС –Триаж» имеет модульную структуру, может быть встроена как в программный комплекс автоматизированной системы диспетчерской службы скорой медицинской помощи и медицины катастроф (ПК АДИС), так и в другое автоматизированное рабочее место (АРМ) иного программного комплекса, разработан для отечественной системы РЕД ОС, не имеет в настоящее время аналогов ни на отечественном, ни на зарубежном рынке программного обеспечения, позволяет не только осуществлять сам процесс сортировки пострадавших при ЧС, но и контроль за ним в режиме реального времени от места ЧС до профильной койки. Помимо этого, стоит отметить, что у данного программного комплекса минимальные системные требования при высокой оптимизации, высокая отказоустойчивость, простой и интуитивно понятный интерфейс.

Заключение и выводы. Разработанное нами программное обеспечение имеет большую клиническую и практическую значимость, поскольку использование цифровых технологий позволяет ускорить процесс обработки информации о пострадавших, а также взаимодействие между бригадами скорой медицинской помощи и медицины катастроф, диспетчерской и смежными службами при ликвидации ЧС, что, в свою очередь, позволит в перспективе снизить число ошибок, а значит значительно уменьшит санитарные потери при ликвидации ЧС.

Список использованных источников:

1. Гончаров С.Ф., Основные итоги деятельности Всероссийского центра медицины катастроф «Защита» ФМБА России в 2020г. и задачи на 2021г. / С.Ф. Гончаров, И.Г. Титов, Б.В. Бобий, А.В. Акиншин // Медицина катастроф. - 2021. - №1. - С. 10-17.
2. Власова О.В., О проблемах развития службы скорой медицинской помощи в РФ //Азимут научных исследований: экономика и управление. - 2020г. - Т. 9. № 2(31). - С. 111-113.
3. Пути повышения эффективной деятельности службы скорой медицинской помощи / К.М. Курбанов, Г.К. Тагирова, С.К. Наврузова, С.К. Курбанова // Оргздрав: новости, мнения, обучение. - 2016г. - №2. - С. 105-106.

4. Григорьева Н.С., Цифровизация системы здравоохранения России: текущие барьеры на пути достижения цифровой зрелости /Григорьева Н.С., Демкина А.Е., Коробейникова А.Н.// Население и экономика – 2024г - №8(1) – С. 1-14.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МИРОВОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ БПЛА ДЛЯ ОКАЗАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ БОЛЬНЫМ И ПОСТРАДАВШИМ

А.С. Скиданова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в медицине в последние годы набирает популярность и привлекает внимание как мирового, так и отечественного научного сообщества. БПЛА находят широкое применение в экстренной медицинской помощи, в частности, в области медицины катастроф, экстренной и военной медицины, а также для доставки медицинских препаратов в отдаленные и труднодоступные районы. В условиях стихийных бедствий, техногенных катастроф, а также в военных конфликтах, когда традиционные способы транспортировки помощи и эвакуации пострадавших оказываются недостаточными, БПЛА становятся эффективным решением для оперативной доставки медикаментов, компонентов крови и проведения медицинских процедур. Актуальность данного вопроса обусловлена необходимостью внедрения и совершенствования таких технологий в практике экстренной медицины для улучшения выживаемости пострадавших и ускорения оказания медицинской помощи в критических ситуациях.

Современные технологии БПЛА включают различные методы и устройства, предназначенные для применения в экстренной медицине. Мировая практика показывает, что БПЛА успешно используются для транспортировки медицинских грузов, эвакуации пострадавших и оказания первой помощи. В странах с высокоразвитыми системами здравоохранения, таких как США, Великобритания, Швеция, активно развиваются различные

проекты по использованию БПЛА в медицине, а также применяются технологии в военных условиях.

Одним из самых распространенных применений БПЛА в медицине является доставка медикаментов, вакцин, крови и других жизненно важных веществ в удаленные районы или в места, пострадавшие от чрезвычайных ситуаций. В Швеции, например, с помощью БПЛА организована доставка медицинских препаратов и крови в сельские районы, что значительно сокращает время ожидания и повышает эффективность медицинской помощи.

В рамках кардиологических неотложных ситуаций используются БПЛА для доставки автоматических наружных дефибрилляторов (АНД) в места, где они могут быть использованы для спасения жизни пациента до прибытия медицинской бригады. Использование БПЛА для доставки дефибрилляторов на место происшествия позволяет существенно сократить время до начала дефибрилляции, что критически важно для успешного восстановления сердечной деятельности.

В экстренных случаях БПЛА применяются для эвакуации пострадавших и оказания первой помощи. БПЛА могут быть использованы для доставки медицинских средств и оснащения, а также для сортировки пострадавших в условиях чрезвычайных ситуаций. В отдаленных районах и в условиях затрудненного доступа БПЛА значительно ускоряют процесс оказания помощи.

Военная медицина также активно использует БПЛА для транспортировки медикаментов и раненых с поля боя. Военные БПЛА технологии помогают оперативно доставить необходимое оборудование и препараты на передовую, а также провести эвакуацию раненых с поля боя, что имеет критическое значение для сохранения жизни и здоровья военнослужащих.

В России использование БПЛА для медицинских целей активно развивается в последние годы. Государственные структуры, такие как МЧС России и другие экстренные службы, а также частные компании, разрабатывают и внедряют различные технологии, основанные на использовании БПЛА для спасения жизней и повышения оперативности медицинской помощи.

В России проводятся успешные испытания БПЛА для доставки компонентов крови в экстренных ситуациях. В частности, проект по доставке крови с использованием БПЛА в Челябинской области показал высокую эффективность таких технологий в борьбе за жизнь пациентов.

В рамках медицины катастроф БПЛА применяются для быстрой доставки медикаментов и оборудования в зону чрезвычайных ситуаций, а также для сортировки пострадавших и предоставления им первой помощи. В условиях массовых эвакуаций БПЛА технологии помогают ускорить процесс оказания медицинской помощи и обеспечить безопасность пострадавших.

В российской военной медицине активно разрабатываются технологии для применения БПЛА в операциях по эвакуации раненых и доставке медицинских средств. Применение БПЛА в условиях боевых действий позволяет существенно сократить время до оказания медицинской помощи и улучшить результаты эвакуации.

В России также создаются проекты, направленные на внедрение БПЛА в систему здравоохранения. Такие проекты включают разработку и тестирование БПЛА, предназначенных для транспортировки медицинских грузов в экстремальных ситуациях, а также для доставки экстренных лекарств и вакцин в труднодоступные районы.

Исследования в области применения БПЛА в медицине направлены на решение нескольких ключевых задач:

1. Разработка новых стандартов и регламентов для безопасного использования БПЛА в медицинской сфере. Это включает создание нормативных актов, регулирующих использование БПЛА в медицинских целях, а также разработки, которые помогут минимизировать риски при их использовании.
2. Совершенствование технологий БПЛА для повышения их эффективности и безопасности. Разработка БПЛА с улучшенными техническими характеристиками, такими как увеличение дальности полета, повышение грузоподъемности и улучшение навигационных систем.
3. Интеграция БПЛА в медицинскую инфраструктуру. Создание систем, которые обеспечат возможность интеграции БПЛА в существующие медицинские сети для мониторинга состояния пострадавших и оперативной доставки медицинских материалов.

Использование БПЛА в медицине открывает новые возможности для оперативного и эффективного оказания медицинской помощи в экстренных ситуациях. Мировой и отечественный опыт использования БПЛА в медицине показывает высокую эффективность таких технологий в различных областях, включая транспортировку медицинских материалов, эвакуацию пострадавших и оказание первой помощи. Тем не менее, для полноценного внедрения таких технологий в систему здравоохранения необходимо дальнейшее

совершенствование существующих технологий, создание соответствующих нормативных документов и обучение специалистов.

Список использованных источников:

1. Писаренко Л.В., Гуменюк С.А., Потапов В.И. (2024). О возможностях и значении беспилотных летательных аппаратов для догоспитального этапа медицинской помощи. // Неотложная медицинская помощь.
2. Анисимов А.С., Безбородов А.Н., Солдатов Е.А. (2024). Использование беспилотных летательных аппаратов в интересах военной медицины: современное состояние и перспективы. // Медицина катастроф.
3. Robakowska M., Ślęzak D., Żuratyński P., Tyrańska-Fobke A., Robakowski P., Prędkiewicz P., Zorena K. (2022). Possibilities of Using UAVs in Pre-Hospital Security for Medical Emergencies. // Int J Environ Res Public Health.
4. Старков А.С., Марков С.В. (2024). Возможности применения беспилотных летательных аппаратов при чрезвычайных ситуациях в отдаленных районах для проведения медицинской сортировки и оказания первой помощи пострадавшим.
5. Аврамов Н.А., Гимро О.Г. (2023). Современное применение дронов в военной медицине. // Студенческая медицинская наука XXI века.
6. Семенов А.Г. (2023). Новое в технологиях полевой медицины: использование БПЛА при дистанционных инъекциях. // Медицинская помощь при травмах.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНЫХ МЕДИЦИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ В СИСТЕМЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ МЕДИЦИНСКИХ БРИГАД ЧРЕЗВЫЧАЙНОГО РЕАГИРОВАНИЯ

А.И. Ураев

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Мобильные медицинские формирования (далее – ММФ) это невоенизированные формирования специалистов медицинской службы, предназначенные для оказания первой врачебной помощи пострадавшему населению в военное время и при возникновении крупномасштабных чрезвычайных ситуаций мирного времени.

Назначение формирований:

В мирное время – оказание медицинской помощи населению при различных чрезвычайных ситуациях, природных, техногенных катастрофах и прочих.

В военное время – оказание медицинской помощи личному составу Вооруженных Сил и гражданскому населению, пострадавшему в результате боевых действий.

В зависимости от цели назначения формирования могут быть хирургического, терапевтического, неврологического профиля, многопрофильные, сортировочно-эвакуационные и другие.

Как показывает практика, имеются значительные пробелы в работе ММФ при организации оказания своевременной медицинской помощи. Начиная с этапа первичной медицинской помощи и заканчивая медицинскими эвакуациями до стационаров с квалифицированной медицинской помощью. Отсутствует единый стандарт оказания помощи на каждом этапе, нет преемственности в оказании помощи, включая медицинскую эвакуацию. Совершенствования требуют множество вопросов функционирования ММФ, включая территориальное расположение, имеющиеся силы и средства мобильных формирований, регламенты взаимодействия на этапах медицинской эвакуации.

В рамках решения данной проблемы считаем необходимым изучить принципы организации полевых многопрофильных госпиталей (далее – ПМГ), таких как НАТО, Врачи без границ, Красный крест, ВОЗ; разработать новую устойчивую модель работы мобильных медицинских формирований.

На данный момент определены первоочередные направления для организации работы ММФ:

– совершенствование правового регулирования работы ММФ;

– разработка новых методических рекомендаций по работе ММФ при чрезвычайных ситуациях;

– разработка штатной структуры и оснащения ММФ;

– стандартизация оказания медицинской помощи, включая медицинскую эвакуацию;

– внедрение искусственного интеллекта для минимизации медицинской документации.

Планируемый итог научной разработки данной темы: создание практичной матрицы работы ММФ в реальных условиях для своевременного оказания помощи пострадавшим, сокращения сроков восстановления утраченного здоровья и минимизации затрат на реабилитацию пострадавших.

Раздел 9. Спортивная медицина

ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА ВЕГЕТАТИВНОЙ ДИСФУНКЦИИ У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

И.В. Большаков, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Вегетативная нервная система (ВНС) – часть нервной системы, ответственная за поддержание постоянства внутренней среды организма и необходимая для осуществления ответных реакций на различные внешние и внутренние стимулы. ВНС важна не только для регуляции работы сердечно-сосудистой, дыхательной, желудочно-кишечной и других систем, но и для поддержки высших корковых функций, вовлеченных в эмоциональные и психологические аспекты жизнедеятельности [1]. Таким образом, вегетативная нервная система является регулятором практически всех функций организма человека. Было доказано, что ВНС у детей и подростков характеризуется морфологической и функциональной незрелостью. В пубертататном возрасте происходит повышение активности как симпатического отдела автономной нервной системы, так и парасимпатического, что связано со значительными нейрогуморальными изменениями в организме и увеличением уровня психологического стресса [2]. Эти факторы обуславливают частые нарушения функционирования ВНС у детей и подростков. По эпидемиологическим данным частота развития синдрома вегетативной дисфункции (СВД) у детей составляет от 25% до 80% [3-5].

Цель исследования – обзор наиболее распространенных и эффективных с точки зрения доказательной медицины методов диагностики синдрома вегетативной дисфункции у юных спортсменов

Материал и методы Выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы о диагностике синдрома вегетативной дисфункции. Поиск проводился с использованием электронных баз данных MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY, PubMed и Google Академия за период с 2017 г. по 2022 г. Для поиска мы использовали ключевые слова и их сочетания: «синдром вегетативной дисфункции», «спортсмены», «диагностика», «функциональные пробы».

Результаты исследования. Синдром вегетативной дисфункции отличается значительной полиморфностью клинических проявлений и характеризуется функциональными нарушениями деятельности сердечно-сосудистой, эндокринной и других систем организма. Диагностика данного состояния ассоциирована с большими трудностями, связанными с неспецифичностью симптомов, их яркой эмоциональной окраской и отсутствием морфологических изменений в органах. Частая манифестация СВД в детском и подростковом возрасте, доказанная связь симптомов с выполнением физических упражнений и психическим стрессом обуславливает важность ранней и эффективной диагностики данного синдрома у юных спортсменов. К ключевым методам исследования при подозрении на синдром вегетативной дисфункции относятся сбор анамнеза с использованием специальных опросников и шкал и проведение функциональных проб с регистрацией параметров сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, ВСР). Наиболее распространенные и информативные функциональные тесты: проба с глубоким управляемым дыханием, ортостатическая проба (активная и пассивная), проба Вальсальвы. К перспективным методам диагностики СВД можно отнести акселерометрическую треморографию и исследование чувствительности барорефлекса. Также для более глубокого обследования юного спортсмена рекомендуется использовать лабораторные методы диагностики, позволяющие выявить нарушения функции эндокринной системы, обнаружить изменения липидного и углеводного обмена и т. д. На данный момент необходимы дальнейшие исследования, направленные на изучение синдрома вегетативной дисфункции и методах его диагностики.

Список использованных источников:

1. Mulkey S.B., du Plessis A.J. Autonomic Nervous System Development and its Impact on Neuropsychiatric Outcome // Pediatr. Res. 2019. V.85, № 2. P. 120-126.DOI:10.1038/s41390-018-0155-0.
2. Шарапов А.Н., Догадкина С.Б., Рублева Л.В., Кмить Г.В., Безобразова В.Н. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у детей 13 лет с разными типами вегетативной нервной регуляции // Физиология человека. 2017. Т.43, № 2. С. 31–42.
3. Шашель В.А., Подпорина Л.А., Панеш Г.Б., Пономаренко Д.С., Добряков П.Е. Возрастные особенности вегетативного статуса у детей с синдромом вегетативной дистонии // Кубанский научный медицинский вестник. 2017. Т.24, № 4. С. 169-172.
4. Fiuza-Luces C., Santos-Lozano A., Joyner M., Carrera-Bastos P., Picazo O., Zugaza J.L., Izquierdo M., Ruilope L.M., Lucia A. Exercise Benefits in Cardiovascular Disease: Beyond Attenuation of Traditional Risk Factors // Nat. Rev. Cardiol. 2018. V.15, № 12. P. 731-743. DOI: 10.1038/s41569-018-0065-1.
5. Творогова Т.М., Захарова И.Н. Пшеничникова И.И. Вегетативная дисфункция и заболевания сердечно-сосудистой системы у детей // Медицинский совет. 2017. № 19. С. 208-212.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕХАНОТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ: ОТ АНТИКВАРНЫХ УСТРОЙСТВ ДО СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

П.О. Горшков

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Механотерапия, как один из оптимальных методов реабилитации, прошла долгий путь развития – от первых примитивных устройств и методов, использовавшихся в Древнем Риме и Греции, до внедрения современных технологий, таких как роботизированные системы и

виртуальная реальность. Изучение эволюции механотерапии освещает не только прогресс в области медицины и физиотерапии, но и изменение подходов к реабилитации, где акцент смещается с простого восстановления функции на комплексное восстановление качества жизни пациента.

Цель: анализ исторического развития механотерапии, выявление ключевых этапов и технологических инноваций, а также их влияние на развитие реабилитационных технологий.

Материалы и методы. Проводился поиск и анализ материалов из исторических источников, научных статей, опубликованных в период с 2013 по 2024 год в электронных базах данных eLibrary, Google scholar.

Результаты. Первые упоминания о применении механизмов в лечении отсылают нас в Древнюю Грецию и Древний Рим. В V в. до н.э. Гиппократ впервые изобрел устройство для вытяжения позвоночника, позволяющее лечить сколиоз, именуемое «доска Гиппократа». В это же время в Древнем Риме врач Целиус Аурелианус начал использовать для лечения римских воинов примитивные мини-конструкции для пассивных движений в суставах. Позднее Клавдий Гален и византийский врач Орибасий продолжили дело Гиппократа усовершенствовав его изобретение, а идеи древнеримского врача забылись до XIX века. Неоценимый вклад в возрождение механотерапии внес Пер Хенрик Линг. Он разработал собственную систему гимнастики с использованием различных гимнастических снарядов. Вместе с сыном он изобрел знаменитую «шведскую стенку». Основоположником механотерапии является шведский врач-физиотерапевт, академик Шведской Академии наук Юнас Густав Вильгельм Цандер, чей метод был основан на учении Пера Хенрика Линга. Густав Цандер ввел понятие «механотерапия» и изобрел более 70 механических аппаратов-тренажеров. Его изобретения, оснащенные двигателями и динамометрами, давали возможность точного дозирования упражнений на отдельные группы мышц и суставы, и делились на три основные группы: для активных движений, для пассивных движений и для вытяжения позвоночника. Лечебницы, функционирующие по методике Цандера распространились по всему миру, в том числе и в России. Первая в России лечебница, работавшая по методу Цандера и на его аппаратах, была открыта в Санкт-Петербурге врачом Эйнгорном Семёном Яковлевичем в 1889 году. Впоследствии подобные леченые учреждения также были открыты в Москве, Ессентуках, Одессе, Киеве, Евпатории, Харькове, Риге. Вдохновившись идеями Густава Цандера, врачи и инженеры по всему миру,

такие как М. Крукенберг, Г. Герц, Ч. Шольдер и т.д., стали изобретать механотерапевтические аппараты, действие которых было основано на изотонической работе мышц по принципу блока или маятника. В конце 1960-х годов Д. Перрин изобрел изокинетический тренажер предварительно заданной фиксированной скоростью и полностью приспособляемым сопротивлением. В настоящее время разработано множество роботизированных биомеханических тренажерных комплексов, которые основаны на разработках выдающихся ученых предыдущих поколений, например Кон-Трекс.

Заключение. Механотерапия прошла долгий путь от своих истоков в V в. до н.э. до современных высокотехнологичных методов лечения. Она продолжает развиваться, интегрируя достижения в области механобиологии и технологий, что открывает новые перспективы для лечения и реабилитации пациентов.

Список использованных источников:

1. Гиниятуллин Н. И., Гильманшина И. Р., Сулейманова В. А. Механотерапия: состояние и тенденции развития // Медицинский вестник Башкортостана. 2014. №5.
2. Хмелевский Ю. П. Особенности развития формообразования и колористического решения реабилитационного оборудования // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2022. №2 (53).
3. Пшуков, Ю. Х. Цандеровский институт механотерапии / Ю. Х. Пшуков, П. О. Граф, А. П. Горяинов // WORLD SCIENCE: PROBLEMS AND INNOVATIONS: сборник статей XV Международной научно-практической конференции: в 4 частях, Пенза, 30 ноября 2017 года. Том Часть 3. – Пенза: "Наука и Просвещение", 2017. – С. 174-176.
4. Глухов, А. Н. Из истории развития механотерапии в России и на Кавказских Минеральных Водах / А. Н. Глухов // Курортная медицина. – 2014. – № 1. – С. 96-105.
5. Герцик Юрий Генрихович О необходимости внедрения медико-технических инновационных технологий в образовательной среде // Гуманитарный вестник. 2013. №11 (13).
6. Механотерапия // Википедия. [2023]. (дата обращения: 07.02.2023).
7. Helen J. Hislop, Ph.D., James Perrine The Isokinetic Concept of Exercise // *Physical Therapy*, Volume 47, Issue 2, February 1967, Pages 114–117.

ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЕ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ТРАВМ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Е.М. Ковалева

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Роботизированная механотерапия представляет собой инновационную многорежимную методику, использующуюся в реабилитационных мероприятиях, суть которой заключается в возможности изолированной диагностики и тренировки двигательного комплекса. Учитывая, что по данным официальной статистики, за 2023 год в структуре общей заболеваемости населения Российской Федерации травмы занимают 9,6%, актуальным является применение новых методик с целью восстановительного лечения травм различной степени тяжести [2, 3].

Цель: на основании анализа научных публикаций изучить контекст применения роботизированной механотерапии как средства реабилитации при травмах нижних конечностей.

Материалы и методы. Стратегия поиска для обзора литературы в WebofScience, PubMed, e-Library, GoogleSchool основывалась на комбинации терминов, относящихся к теме исследования, например, роботизированная механотерапия, механобиология, биомеханические комплексы, реабилитация.

Результаты. Изокинетические динамометры (к которым относятся и роботизированные биомеханические комплексы) во всем мире признаны «золотым стандартом» диагностики мышечной силы и выносливости. Однако, имеется ограниченный ряд исследований, посвященных применению таких комплексов в программах реабилитационно-восстановительного лечения.

Так, В.А. Колышенков с соавторами опубликовали данные об эффективности применения роботизированной механотерапии среди пациентов с травмами нижней конечности различной локализации, у которых сохранялись жалобы на боль и ограничение движений в конечности. Пациенты были разделены на две группы:в контрольной группе применялась базовая программа (ЛФК и физиотерапевтические методы), а в основной помимо

базовой программы применялся курс роботизированной механотерапии, представленный 14 занятиями, во время которых пациентам было необходимо выполнить 5 повторений разгибания коленного сустава с максимально возможной силой. Авторами выявлено статистически значимое превосходство восстановления объема и качества движения по результатам функциональных тестов и биомеханическим показателям в основной группе.

А.Ш. Абуталимов с соавторами в своих работах отмечает, что уже после 2-3 сеансов роботизированной механотерапии выявляется положительная динамика.

В исследованиях Е.А. Барановой, Н.А. Караева, Е.В. Костюк выявлено, что при применении роботизированной механотерапии уменьшается болевой синдром, нормализуется микроциркуляция и скорость проведения нервного импульса в поврежденной области в более ранние сроки.

Рядом авторов по результатам исследований также был сделан вывод о том, что применение роботизированной механотерапии в рамках восстановления способствует коррекции тонуса скелетной мускулатуры и устраняет дисбаланс сил мышц-антагонистов [1, 4, 6].

A.D. Banyai, L.R. Osternig в проведенном систематическом обзоре также подчеркивают эффективность применения роботизированных механотерапии в улучшении двигательных функций за счет положительного влияния на силу и координацию, а также на нейропластичность посредством возможности проведения контролируемых и персонализированных упражнений и функции сенсорной и моторной обратной связи [9, 10].

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение роботизированной механотерапии в комплексе с лечебной физкультурой и физиотерапией позволяет достичь лучших результатов в восстановлении двигательной функции после травм нижних конечностей, за счет большей точности движений и позитивного влияния на ремоделирование тканей, микроциркуляцию, мышечный тонус и силу.

Список использованных источников:

1. Абуталимов, А. Ш. Эффекты применения роботизированного диагностического тренажерного комплекса CON-TREX в реабилитации легкоатлетов с повреждением коленного сустава // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2, № 4 (5). – С. 69-71.

2. Современные подходы к роботизированной механотерапии с элементами биоуправления и телемедицины для восстановления утраченных двигательных функций / Е. А. Баранова, Ю. П. Бредихина, А. В. Кабачкова [и др.] // Вестник Томского государственного университета. – 2018. – № 433. – С. 127-134.
3. Здравоохранение в России. 2023 : Статистический сборник. – Москва: Росстат, 2023. – 179 с.
4. Карева, Н. А. Развитие физических качеств у футболистов на раннем этапе восстановления с использованием роботизированных механотренажеров / Н. А. Карева, Л. В. Капилевич // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6, № 4(21). – Порядковый номер: 41.
5. Колышенков, В. А. Оценка эффективности метода медицинской реабилитации с использованием роботизированной механотерапии с системой у пациентов с повреждением передней крестообразной связки коленного сустава / В. А. Колышенков, А. Д. Фесюн, М. Ю. Яковлев // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. – 2023. – № 1. – С. 37-40.
6. Костюк, Е. В. Методика применение комплекса contrex mj для оптимизации баланса мышц голени у спортсменов легкоатлетов высокой квалификации при хронической ахиллотендопатии / Е. В. Костюк // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2, № 2(3). – С. 5.
7. Эффективность применения аппаратной механотерапии в восстановительном периоде после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки / А. О. Павлов, Е. Ю. Можейко, С. В. Прокопенко [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 80-87.
8. Возможности реабилитации детей с травмами конечностей после оперативного лечения / О. В. Подгорная, М. А. Хан, Н. И. Тарасов [и др.] // Доктор.Ру. – 2015. – № 15-16(116-117). – С. 77-80.
9. Banyai, A.D. Robotics in Physical Rehabilitation: Systematic Review / A.D. Banyai, C. Brișan // Healthcare (Basel). – 2024. – V. 12(17). – Article: 1720.
10. Osternig, L.R. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation / L.R. Osternig // ExercSportSciRev. – 1986. – V. 14. – P. 45-80.

О НОРМАТИВАХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕНСОМОТОРНЫХ РЕАКЦИЙ В МЕТОДИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТАХ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПРОВЕДЕНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ПЕРСОНАЛА ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

А.А. Косенков, С.М. Разинкин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Скорость и точность двигательных реакций на внешние раздражители имеют большое значение для многих видов деятельности человека и, вместе с тем, являются интегральными показателями не только уровня его здоровья и психомоторного развития, но и функционального состояния, прежде всего центральной нервной системы [1-3]. В связи с этим сенсомоторные пробы применяются в рамках профессионального психофизиологического отбора, периодических и предсменных психофизиологических обследований (ПФО), в том числе для видов деятельности, не требующих мгновенных и точных моторных ответов на динамично меняющиеся условия окружающей среды.

Предприятия атомной промышленности не являются в этом смысле исключением, что отражено в различных методических документах, регламентирующих содержание и интерпретацию результатов психофизиологических обследований персонала, от которого зависит безопасность и надёжность технологических процессов.

Рассмотрение документов такого рода вызывает ряд закономерных вопросов, которые касаются, в частности, обоснованности нормативных значений сенсомоторных проб, которые являются предметом анализа данной статьи.

Цель работы: анализ обоснованности нормативов показателей сенсомоторных реакций в методических документах, регламентирующих проведение психофизиологических обследований персонала объектов использования атомной энергии (ОИАЭ).

Материалы и методы исследования. Материалами исследования послужили методические документы периода 1988-2022 гг., регламентирующие проведение психофизиологических обследований персонала ОИАЭ и содержащие нормативы показателей сенсомоторных реакций. Для сравнения были привлечены литературные данные о средней скорости простой зрительно-моторной реакции постинсультных пациентов с психомоторными нарушениями различной степени тяжести в отдаленном периоде реабилитации, опубликованные в открытой печати.

Результаты и обсуждение. В число сенсомоторных проб обычно включаются простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР), сложная сенсомоторная реакция (ССМР) и реакция на движущийся объект (РДО). Однако наличие в психофизиологических лабораториях разных аппаратно-программных комплексов и отсутствие чётких описаний используемых методик в методических указаниях и рекомендациях является предпосылкой к их различным реализациям сенсомоторных проб по дизайну, временным и другим параметрам. В связи с этим сравнение нормативов, включённых в методические документы разных лет, с некоторой натяжкой можно делать только по показателям ПЗМР, допускающей наименьшее разнообразие в реализации (Рис. 1).

На рисунке 1 приведены верхние границы нормы среднего времени ПЗМР, вошедшие в различные методические документы периода 1988-2022 гг., регламентирующие порядок проведения психофизиологических обследований персонала объектов использования атомной энергии. Для сравнения привлечены литературные данные обследования пациентов в возрасте 45-80 лет с последствиями инсульта мозга в позднем периоде реабилитации [4] с латерализованными корковыми поражениями и стойкими гемипарезами различной степени. Авторы выделили 4 группы пациентов: 1 – с лёгкими или скомпенсированными нарушениями, 2 – с умеренными, 3 – с выраженными и 4 – со значительно выраженными нарушениями и спастическими парезами, что выражалось в соответствующем увеличении времени ПЗМР. У лиц с выраженными параличами исследование проводилось на сохранной стороне, у остальных – на обеих сторонах.

Рисунок 1 – Значения среднего максимально допустимого времени ПЗМР для персонала ОИАЭ из нормативных методических документов за период 1988-2022 гг. в сравнении с результатами постинсультных пациентов с психомоторными нарушениями различной степени тяжести

Условные обозначения: МР – методические рекомендации, МУ – методические указания, МП – методическое пособие, ПМН-1 – ПМН-4 – психомоторные нарушения различной степени тяжести.

Примечание: МУ – развернутые названия методических документов приведены в сносках: МУ 1988 г.[1], МУ 1999 г.[2], МП 2003 г.[3], МР 2010 г.[4], МП 2012 г.[5], МР 2022 г.[6]

---

[1] «Временные методические рекомендации по организации и проведению профессионального психофизиологического отбора персонала атомных электростанций», 1988 г. Утверждены первым заместителем министра здравоохранения СССР Г.В. Сергеевым и заместителем министра атомной энергетики СССР А.В. Пируевым.

[2] «Методические указания по проведению медицинских осмотров и психофизиологических обследований работников объектов использования атомной энергии» № 32-023/20 от 08.06.1999. Утверждены первым заместителем министра здравоохранения Российской Федерации И.А. Лешкевичем.

[3] «Методическое пособие по медико-психологическому обеспечению профессиональной деятельности лиц, допускаемых к работе с ядерными боеприпасами, охране и обеспечению безопасности объектов их производства, эксплуатации и утилизации», 2003 г. Утверждено руководителем Департамента региональной кадровой и социальной политики Минатома РФ В.И. Лимонаевым, руководителем Федерального управления «Медбиоэкстрем» при Минздраве РФ М.Б. Муриным и командиром войсковой части 31600 И.Н. Валынкиным

[4] Методические рекомендации «Организация медицинских осмотров и психофизиологических обследований персонала предприятий ядерно-оружейного комплекса», 2010 г. № МР ФМБА России 11.10-2010. Утверждены заместителем руководителя ФМБА России Е.Ю. Хавкиной.

[5] «Методические рекомендации по проведению психофизиологического обследования работников атомной станции», 2012 г., утвержденные заместителем генерального директора, директором по управлению персоналом, социальным и административным вопросам ОАО «Концерн Росэнергоатом» Д.Л. Ткебучавой.

[6] Методические рекомендации «Организация проведения медицинских осмотров и психофизиологических обследований работников объектов использования атомной энергии», 2022 ., ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. Утверждены главным внештатным специалистом профпатологом ФМБА России, первым заместителем генерального директора ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России А.Ю. Бушмановым.

Таким образом, в образовавшейся шкале верхние границы нормы среднего времени ПЗМР большинства (4 из 6) методических документов соответствуют промежуточному уровню между умеренными и выраженными корковыми поражениями у постинсультных пациентов в отдаленном периоде реабилитации. Отметим, что в документах 2012 и 2022 годов не приводятся новые нормативы ПЗМР, но содержатся ссылки на методические указания 1999 г., в которых помимо верхней границы нормы (345 мс) приведены ещё более высокие недопустимые значения среднего времени реакции равные 400 мс. Что касается норматива методических рекомендаций 2010 г., то очевидно большая часть из группы пациентов со значительно выраженными нарушениями и спастическими парезами без труда уложилась бы в отведенные 570 мс. На взгляд авторов, лишь временные методические рекомендации 1988 г. предъявляли достаточно строгие требования к скорости ПЗМР, при этом для сравнения была взята максимальная верхняя граница нормы из представленных там для различных должностных групп равная 245 мс.

Возникает резонный вопрос: чем вызваны столь мягкие требования к скоростным показателям сенсомоторной деятельности, которые традиционно связывают с функциональным состоянием центральной нервной системы? Как правило, расчет верхней границы нормы для показателей сенсомоторных проб по интересующей выборке делается путём прибавления к среднему значению двух стандартных отклонений. Вариабельность в выборке зависит не только от её разнородности в плане врожденных способностей и тренированности входящих в неё субъектов, но и увеличивается за счёт различий в их мотивации, настроении, самочувствии и других субъективных и объективных факторов.

Среднее значение плюс-минус два стандартных отклонения включают 95% всей выборки. При нормальном распределении 2,5% значений находятся ниже этой области и столько же выше. Если речь идёт о профессиональном психофизиологическом отборе (предварительном ПФО), то насколько оправдан такой низкий входной порог для кандидатов на должности, связанные с управлением технологическими процессами на объектах использования атомной энергии? Авторы считают, что не оправдан, во всяком случае, он должен сочетаться с профессиональной ориентацией кандидатов и подбором для них должностей, соответствующих уровню развитию у них профессионально важных качеств. При этом важно также в дальнейшем при проведении периодических и предсменных ПФО отслеживать индивидуальные и групповые изменения, так как динамический контроль

важных психофизиологических показателей позволяет своевременно выявлять неблагоприятные тенденции в состоянии работников и принимать организационные и медико-профилактические меры.

Заключение: По мнению авторов, неоправданное расширение области нормы для показателей сенсомоторных проб приводит к тому, что они не выполняют своих функций при профессиональном психофизиологическом отборе, и, как инструменты для оценки функционального состояния персонала ОИАЭ, становятся нечувствительными к его неблагоприятным изменениям при периодическом и предсменном контроле. В связи с этим существует опасность превращения прохождения сенсомоторных проб в ритуальное действие, приводящее к трате временных и человеческих ресурсов и не вносящее никакого полезного вклада в принятие решений о приеме на работу или допуска к рабочей смене.

Список использованных источников:

1. Бойко Е.И. Время реакции человека. М., 1964. 440 с.
2. Нейропсихология индивидуальных различий / под ред. Е.Д. Хомской, И.В. Ефимовой, Е.В. Будыка. М., 1997. 282 с.
3. Шутова, С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева. – Москва : Вестн. ТГУ. – 2013 – т. 18, вып. 5 – С. 2831–2840.
4. Белянин О.Л., Гордиевская Е.О. Нарушения психомоторики пациентов с последствиями инсульта мозга в позднем периоде реабилитации // Физическая и реабилитационная медицина. — 2022. — Т. 4. — № 3. — С. 16–24. DOI: 10.26211/2658-4522-2022-4-3-16-24

АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ОРГАНИЗАЦИИ ПИТАНИЯ СПОРТСМЕНОВ

А.А. Марченко, А.Н. Зубрилин, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова, В.Ю. Лизунов

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. Энергозатраты каждого человека в значительной степени субъективны и рассчитываются с учётом возраста, пола, состава тела и, что наиболее важно, уровня активности. У спортсменов более высокий уровень

энергозатрат, который необходимо рассчитывать в зависимости от типа выполняемых упражнений и их продолжительности. Необходимо сбалансированное питание, чтобы получать больше калорий и иметь больше доступной энергии [1].

Цель исследования – оценить роль рационального питания в спортивной подготовке.

Материал и методы Выполнен анализ данных отечественной и зарубежной литературы. Поиск проводился с использованием поисковой системы Академия Google и электронных баз данных PubMed, MEDLINE, Embase, Scopus, Web of Science, eLIBRARY за период с 2017 г. по 2024 г.

Результаты исследования. Каждый из макронутриентов выполняет свою функцию и имеет определённое количество калорий. Спортсменам важно соблюдать баланс между количеством углеводов, белков и жиров, которые они потребляют в течение дня. Лучше всего распределять суточную норму калорий следующим образом: 55-60% углеводов, в основном сложных, 25-30% жиров и 15-20% белков [2].

Однако спортсменам любого уровня важно учитывать распределение питательных веществ в зависимости от тренировочного процесса. Перед соревнованиями спортсменам следует употреблять достаточное количество углеводов, которые являются основным источником энергии. Имеются в виду сложные углеводы, которые будучи углеводами длительного действия, обеспечивают постоянный приток энергии, особенно при занятиях спортом на выносливость [3]. Простые углеводы, такие как сладкие фрукты, также обеспечивают приток энергии, однако она расходуется немедленно, поэтому их употребление более целесообразно при кратковременных физических нагрузках.

Спортсменам следует избегать избыточных доз белков и жиров, особенно во время соревнований, потому что их усвоение может потребовать больших усилий со стороны пищеварительной системы во время физических нагрузок. После физических упражнений необходимо немедленно восполнить потерю жидкости и минералов [4] и нормализовать израсходованные запасы энергии с помощью хорошей порции углеводов, особенно простых.

В заключение следует отметить, что в рационе спортсмена нет особых продуктов, которые могли бы улучшить подготовку или спортивные результаты, но есть только хорошие или плохие пищевые привычки, которые влияют на физические и спортивные результаты.

Список использованных источников:

1. Относительный дефицит энергии в спорте: современные подходы к диагностике, лечению и профилактике Самойлов А.С., Жолинский А.В., Рылова Н.В., Большаков И.В. Вопросы питания. 2022. Т. 91. № 3 (541). С. 32-41.
2. Актуальные аспекты спортивной нутрициологии детского возраста. Рылова Н.В., Самойлов А.С., Жолинский А.В., Большаков И.В. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2021. Т. 66. № 5. С. 240-245.
3. Влияние карнитина на выносливость юных спортсменов. Рылова Н.В., Жолинский А.В., Биктимирова А.А.Практическая медицина. 2020. Т. 18. № 4. С. 45-48.
4. Минеральный обмен у детей и подростков, занимающихся спортом. Рылова Н.В., Жолинский А.В. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2020. Т. 65. № 5. С. 187-192.

ИЗУЧЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДАЙВЕРОВ К ТОКСИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ КИСЛОРОДА

Н.Р. Никонов, А.С. Самойлов, Н.В. Рылова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Актуальность. В последние десятилетия активно развиваются дайвинг, подводная охота и фридайвинг. В мире насчитываются более 20 миллионов человек, имеющих сертификаты дайверов. Широкую популярность в нашей стране приобретают рекреационный, технический и спортивный дайвинг. С 2003 года официально зарегистрирована Федерация подводного спорта России, а с 2008 года проводятся международные соревнования дайверов, некоторые из них прошли в Москве, Санкт-Петербурге, Казани. Дайвинг официально признан дисциплиной подводного спорта. Совершенствуется подготовка спортсменов и организация соревнований, появляются новые состязательные дисциплины.

Одним из факторов подводных погружений, значительно влияющих на состояние дайвера, является гипероксия, то есть повышенное парциальное давление кислорода, вызывающее отравление разных степеней тяжести

(Смолин В.В., 2005, Матьё Д., 2020). Устойчивость к гипероксической гипоксии является индивидуальным стойким параметром организма человека (Д. П. Зверев, А. А Мясников, А. Ю Шитов, 2020).

Цель исследования – определить индивидуальную устойчивость спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода при помощи методики анализа вариабельности сердечного ритма.

Материал и методы Объектом исследования выступали лица мужского пола – спортсмены-дайверы (67 человек), здоровые, годные по заключению врачебной комиссии к подводным погружениям. Средний возраст составил 24,22±1,98 лет, масса тела – 74,00±7,25 кг. Исследование проходило в три этапа. На предварительном этапе проводился опрос жалоб на здоровье, осмотр врача для допуска к подводным погружениям, термометрия, измерение артериального давления, запись показателей ВСР.

После этого на втором этапе двух обследуемых в сопровождении врача помещали в барокамеру и проводили определение степени индивидуальной устойчивости по способу А.Ю.Шитова с соавторами, одновременно продолжая регистрацию ВСР.

Третий этап исследования проводился по окончании гипербарической оксигенации. Испытуемых возвращали в помещение для записи ВСР в покое, размещали в положении сидя и после исчезновения проявлений клиностатической реакции производили 5-минутную запись ВСР.

Результаты исследования. Определена устойчивость спортсменов-дайверов к токсическому действию кислорода с применением стандартной методики. Распределение признака в выборке обследуемых характеризовалось следующей структурой: низкоустойчивых 35,8%, среднеустойчивых – 35,8%, а высокоустойчивых – 32,8% испытуемых.

Анализируя динамику состояния испытуемых и соответствующие ей показатели ВСР, можно сделать вывод о том, что изменения данных анализа кардиоинтервалограмм соответствуют адаптационным реакциям организма на гипероксическое воздействие и разнятся у обследуемых по значениям в соответствии со степенью компенсации, то есть индивидуальной устойчивостью к токсическому действию кислорода.

Динамика средних значений показателей ВСР при сравнении различных типов записей отражает состоятельность компенсаторных резервов организма по отношению к гипероксическому воздействию и состояние вегетативного баланса, соответствующие определенным стадиям отравления.

Так записи 1 типа, произведенные на стадии компенсации демонстрирую выраженную парасимпатическую реакцию. Для нее характерно увеличение

значений PNS index (p<0,001), мощности HF диапазона, Mean RR (p<0,001), Max RR (p<0,001), RMSSD, SD2 (p<0,001), Alpha 2 (p<0,05). И, напротив, показатели, отражающие усиление симпатическтх влияний, имели тенденцию к снижению: SNS index (p<0,001), Stress index (p<0,001), Mean HR (p<0,001), мощность HF диапазона (p<0,001), SD2/SD1 ratio, SampEn (p<0,001). Такое состояние вегетативного баланса отражает экономизацию работы сердечно-сосудистой и дыхательной систем, направленную на предотвращение излишнего поступления кислорода в организм.

Записи 2 и 3 типа проводились в период частичного или полного срыва механизмов адаптации к гипероксической гипоксии и были направлены на компенсацию прогрессирующих ацидоза, гипоксии и гипоэргоза. Эти записи характеризовались снижением значений PNS index, мощности HF диапазона, Mean RR (p<0,001), Max RR (p<0,001), RMSSD (p<0,001), SampEn (p<0,001), SD1 (p<0,001), а также увеличением мощности LF диапазона, отношения LF/HF (p<0,001), VLF, % (p<0,001), SD2 (p<0,001), отношения SD2/SD1, Alpha 2 (p<0,001). При этом для записей 3 типа были характерны максимальные значения Alpha 2 (p<0,001), VLF, % (p<0,001), SD2/SD1 ratio и минимальные Alpha 1 (p<0,001), SD1(p<0,05), SampEn (p<0,05), NNxx, по сравнению с другими типами записей.

Таким образом состояние ВНС в период декомпенсации характеризуется симпатическим доминированием, отражающим напряжение и срыв адаптационных механизмов, что проявляется в соответствующей динамике показателей ВСР.

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРМОБИЛЬНОСТИ СУСТАВОВ НА ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ОСЛОЖНЕНИЯ У СПОРТИВНЫХ ТАНЦОРОВ

А.Д. Тобина

НПП «Топаз», г. Москва, РФ
Сеченовский университет, г. Москва, РФ
Институт профильного обучения «Импульс», г. Москва, РФ

Танцевальное искусство с каждым годом становится все популярнее, требует высокой степени координации, силы и гибкости, что делает танцоров особенно уязвимыми к травмам. Проблема сохранения здоровья суставов

спортивных танцоров – одна из ключевых, поскольку любое нарушение их функции делает танцора профессионально непригодным [1, 2].

У танцоров, как и у других людей в популяции, часто встречается гипермобильность суставов, что может с одной стороны способствовать улучшению гибкости и техники исполнения, с другой – увеличивать риск травматических осложнений [1-3]. Гипермобильность приводит к нестабильности суставов, увеличению нагрузки на связки и сухожилия, что повышает риск различных травматических осложнений, таких как: вывихи, растяжения и другие повреждения.

Синдром гипермобильности суставов (СГС) – это состояние, при котором суставы проявляют повышенную подвижность и гибкость за пределами обычных физиологических норм [4]. Это может быть связано с особенностями соединительной ткани, которая в свою очередь влияет на стабильность суставов. СГС определяется при помощи метода Бейтона [4, 5]. Выявляемый методом Бейтона избыточный объём движений в суставах, дополняют клинические проявления синдрома гипермобильности суставов, называемые брайдоновскими критериями (в модификации А.Г. Беленького) [6].

Тем не менее, несмотря на существующие риски, многие танцоры с гипермобильностью продолжают развивать свои профессиональные навыки и добиваются значительных успехов. Важным аспектом является необходимость понимания того, что разная степень выраженности гипермобильности суставов может отражаться на тяжести травматических осложнений у танцора, соответственно влияет на выбор мер, которые требуется предпринять для минимизации риска травм при сохранении выразительности и техники исполнения танцевальных движений [1, 4].

Рост популярности танцев способствует привлечению всё большего количества людей. Отсутствие требования первичного медицинского осмотра танцоров приводит к тому, что люди, имеющие гипермобильность суставов, остаются без должного медицинского контроля. Изучение взаимосвязи тяжести травматических осложнений и степени выраженности синдрома гипермобильности суставов у танцоров является актуальным.

Целью проведенного исследования было проанализировать взаимосвязь тяжести травматических осложнений и степени выраженности синдрома гипермобильности суставов у танцоров, процессы возникновения травматических осложнений и разработать методические рекомендации по профилактике возникновения осложнений у танцоров.

Проведенный анализ статистических сведений свидетельствует о потенциально высоких травматических осложнениях у танцоров с гипермобильностью суставов. Это связано с большой физической нагрузкой на суставы танцоров во время тренировок – выполнение поддержек, высоких прыжков вызывают подвывихи и микротравматизацию структур суставного аппарата (в т.ч. позвоночника).

Важным остается вопрос профилактики СГС. Профилактика направлена на укрепление мышц вокруг сустава с помощью комплекса упражнений, для составления которого необходимо знание строения сустава и мышц вокруг него, поскольку неукрепленные и слабые связки и мышцы вокруг сустава при СГС существенно повышают риск травматизма [4-6].

Для выявления танцоров с СГС проведен опрос танцевальных коллективов, собраны статистические данные об их травмах, методах и сроках лечения и реабилитации. При наличии у спортсмена 4 баллов и более по методу Бейтона следует уделить ему больше внимания, провести тщательное обследование на наличие дополнительных критериев Брайтона, включить в программу тренировок силовые упражнения на укрепление мышц, околосуставных тканей и связок, а также рекомендовать дополнить тренировки плаванием, умеренной ездой на велосипеде.

На основе полученных результатов предлагается:

– разработать разминки, адаптированные для танцоров с гипермобильностью суставов;

– разработать методические рекомендации о мерах профилактики развития травматических осложнений у танцоров с гипермобильностью суставов.

Список использованных источников:

1. Адамова И.В., Чиракович И. Профилактика травматизма голеностопного сустава у детей, занимающихся танцами "диско", на этапе начальной подготовки // Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта. 2019. Т. 14. № 4. С. 61-66.
2. Бай В., Сингина Н.Ф. Влияние устойчивости голеностопа на балансировочные способности женщин-танцовщиц спортивных танцев в возрасте 16-18 лет // Теория и практика физической культуры. 2024. № 7. С. 90-92.
3. Лернер В.Л., Дерябина Г.И., Калмыков С.А. Структура и содержание физической реабилитации танцоров при повреждении мениска //

Физическая культура. Спорт. Туризм. Двигательная рекреация. 2019. Т. 4. № 2. С. 114-121.
4. Спивак Е.М. Синдром гипермобильности суставов у детей и подростков: диагностика, клинические варианты, принципы лечения и реабилитация. Ярославль, 2003. 179 с.
5. Воропай Л.А., Воропай Н.Г., Грибанова А.С., Ращупкина Т.С. Синдром гипермобильности суставов у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2019. Т. 64. № 4. С. 310-311.
6. Беленький А.Г. Синдром гипермобильности суставов: номенклатура, клинические проявления и лечение // Consilium Medicum. 2001. Т. 3. № 9. С. 421-425.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОЙ СПОРТИВНОЙ НАГРУЗКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЗРАЧКОВОЙ РЕАКЦИИ

М.В. Цимбал, Н.В. Штейнберг, Д.С. Хомич,
Е.С. Касьяненко, В.В. Волков

ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, г. Санкт-Петербург, РФ

В настоящее время активно развивается направление спортивной медицины, связанное с разработкой и применением новых методов обследований, которые позволят более полно и эффективно анализировать функциональное состояние спортсменов для выявления отклонений состояния здоровья во время тренировок и для предотвращения нежелательных последствий во время соревнований и после них. Оценка зрачковой реакции с применением цифровой динамической пупиллометрии является одним из перспективных объективных методов выявления пупилломоторных отклонений в вегетативной нервной системе для комплексной оценки функционального состояния у спортсменов, имеющих интенсивные физические нагрузки, поскольку тесная связь функции зрачка с различными отделами центральной и вегетативной нервной системы позволяет рассматривать его в качестве чувствительного индикатора функционального состояния человека [1, 2].

Целью исследования являлось выявление отклонений показателей зрачковой реакции от фоновых результатов, оцениваемых с помощью цифровой бинокулярной пупиллометрии, до и после интенсивной физической нагрузки на спортивных тренажерах (беговой дорожке) и выявление пупилломоторных изменений, характеризующих сдвиги вегетативной активности у лиц, занимающихся спортом.

Для регистрации зрачковой реакции использовали цифровой автоматизированный бинокулярный пупиллометрический комплекс, разрешенный к применению в медицинской практике в РФ (разработчик ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России, Санкт-Петербург) [3]. Измерялись следующие показатели зрачковой реакции: начальный и конечный диаметр зрачков до и после подачи стандартного светового стимула, время начала зрачковой реакции после подачи светового стимула (латентное время), амплитуда сужения, время сужения и время расширения, средние скорости сужения и расширения, в динамическом режиме в течение 3 сек. Исследование проводили до и после интенсивной тренировки на тредмиле – беговой дорожке Intertrack-750 (Schiller AG, Швейцария).

Для количественной оценки зрачковой реакции осуществлялась автоматизированная математическая обработка пупиллограммы по ряду общепринятых пупиллометрических показателей: Дн, (мм) – начальный диаметр зрачка, предшествовавший световому стимулу; Дк, (мм) – конечный диаметр зрачка; Тл, (с) – время латентного периода зрачковой реакции; Тс, (с) – время сужения зрачка; Тр, (с) – время расширения зрачка; Vс, (мм/с) – средняя скорость сужения зрачка; Vр, (мм/с) – средняя скорость расширения зрачка; Ас, (мм) – амплитуда сужения зрачка. Время сужения и время расширения зрачка отражают функции холинергической (парасимпатической) и адренергической (симпатической) составляющих двойной иннервации зрачка. Скорости сужения и расширения указывают на активность парасимпатической и симпатической составляющих в фазе сужения и фазе расширения зрачка, глубина амплитуды сужения свидетельствует о снижении или повышении вегетативной активности в пупилломоторной системе. Разница между показателями начального и конечного диаметров зрачка более чем на 0,45 мм свидетельствует о недостаточном восстановлении зрачка, связанном с преобладанием парасимпатической активности, что является признаком утомления.

На основании оценки результатов, полученных по данным пупиллометрии, отмечали особенности изменения некоторых показателей, свидетельствующие о сдвигах парасимпатической составляющей пупилломоторной системы. Так, до физической нагрузки ни у кого из обследуемых не найдено отклонений от индивидуальной нормы при сравнении начального и конечного диаметров зрачков. После интенсивной физической нагрузки количество лиц с невосстановлением начального диаметра зрачка до уровня конечного диаметра (более чем на 0,45 мм) достоверно увеличилось, что свидетельствует о возникшем преобладании парасимпатической активности в пупилломоторной системе, очевидно вызванной утомлением. Кроме того, через 30 минут после физической нагрузки отмечалось достоверное увеличение времени сужения (Tc), уменьшение скорости сужения (Vc) зрачков и амплитуды сужения (Ac) зрачковой реакции, что также расценивается как признак утомления, которое проявляется в дисбалансе регуляторных механизмов пупилломоторной системы, в превалировании тонуса парасимпатической составляющей. Полученные результаты согласуются с данными ряда авторов, применявших иные видеорегистраторы для оценки зрачковой реакции у спортсменов при высокой физической нагрузке [2, 4].

Таким образом, после интенсивной спортивной нагрузки у обследуемых наблюдались следующие особенности изменения показателей пупиллометрии – увеличение времени сужения, уменьшение скорости сужения зрачков и амплитуды сужения, невосстановление начального диаметра зрачков до уровня конечного диаметра более чем на 0,45 мм.

Выводы. Результаты проведенного исследования на пупиллометрическом комплексе свидетельствуют о том, что показатели зрачковой реакции у лиц, получавших интенсивную спортивную нагрузку, специфически изменяются и могут представлять интерес при оценке состояния вегетативной регуляции при утомлении, для оценки адаптационных возможностей и периода восстановления после нагрузки у лиц, занимающихся спортом. Анализ изменений показателей пупиллометрии позволит корректировать тренировочный процесс – нормировать тренировочные нагрузки, оценивать функциональную и профессиональную пригодность. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о возможности применения пупиллометрии в качестве дополнительного метода в спортивной

медицине для оценки вегетативного тонуса, регуляторных механизмов организма и утомления у лиц, регулярно занимающихся спортом.

Список использованных источников:

1. Томсон, Х. С. Зрачок и вегетативная нервная система / под. ред. С. Лессела. – М.: «Медицина», 1983. – С. 264–279.
2. Assessment of autonomic function in high level athletes by pupillometry / J.A. Filipe, F. Falca-o-Reis, J. Castro-Correia [at all] // Auton Neurosci. – 2003. – Vol. 104, no. 1. – P. 66–72.
3. Регистрационное удостоверение на медицинское изделие Комплекс скрининговой регистрации одновременной бинокулярной зрачковой реакции на световой стимул цифровой для оценки функционального состояния организма КСРЗРц-01 №РЗН 2015/3110 от 18 сентября 2015 г.
4. Assessment of Parasympathetic Activity in Athletes: Comparing Two Different Methods / J. Stang, M.O. Couto, T. Stensrud [at all] // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2016. – Vol. 48, no. 2. – P. 316-322.

Раздел 10. Современные достижения в области нейротехнологий

КОННЕКТОМНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ГЛУБОКИХ СТРУКТУР МОЗГА

С.В. Асриянц, А.А. Гамалея, А.А. Томский

ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко"
Минздрава России, г. Москва, РФ

Введение. Стимуляция глубоких структур мозга (DBS) применяется для хирургического лечения эпилепсии в тех случаях, когда невозможно провести резективное лечение. На данный момент единственной одобренной мишенью для вмешательства является переднее ядро таламуса (ANT). В связи с тем, что ядра таламуса не дифференцируются даже при высокопольной 3 Тл МРТ, для навигации используются усредненные атласные координаты. Ограничением такого метода является вариабельность локализации ядер таламуса, особенно у пациентов с выраженными структурными изменениями, которые бывают характерны для пациентов с гидроцефалией, атрофическими и пострезективными изменениями. Кроме атлас-ориентированного метода, в качестве ориентира для выбора точки цели используется место вхождения в таламус мамиллярно-таламических трактов. Однако общей тенденцией в области DBS в последние годы является поиск оптимальной локализации стимуляции, основываясь не только на анатомическую структуру, в которую имплантирован электрод, а на коннективность этой структуры с другими областями головного мозга. Такой подход к стимуляции глубоких структур мозга получил название коннектомной DBS.

Целью нашего исследования был анализ эффективности стимуляции переднего ядра таламуса в зависимости от паттернов коннективности области стимуляции с другими областями головного мозга.

Материал и методы. В исследование было включено 4 пациента со структурной фокальной фармакорезистентной эпилепсией, которым была проведена имплантация системы для стимуляции переднего ядра таламуса (ANT-DBS) с двух сторон. Всем пациентам до операции была проведена 3 Тл МРТ в режимах FSPGR BRAVO, T2 высокого пространственного разрешения, T2-FLAIR, SWAN и МР-трактография. После операции пациентам выполнялась контрольная КТ для локализации электродов. Катамнестический период составил 12 месяцев после включения стимуляции. Коннектомный анализ проводился в программе LEAD-DBS (lead-dbs.org; Horn & Kühn. 2017). Дооперационная МРТ была совмещена с послеоперационной КТ с помощью Advanced Normalization Tools (ANTs; stnava.github.io/ANTs/; Avants et al. 2011). Все дооперационные изображения были нормализованы в пространство MNI (ICBM 2009b NLIN asymmetric (“MNI”) space) с помощью ANTs (Fonov et al. 2009). Переконструкция электродов была выполнена вручную, а локализация направленных электродов с применением алгоритма Directional Orientation Detection (DiODe) (Dembek et al. 2019). Модели стимуляции были созданы методом SimBio/FieldTrip (Horn et al. 2017) для каждого контактного уровня. Коннектомный анализ проводился в приложении Lead Connectome с использованием объемов активированной ткани (VTA, Volume of Tissue Activated) в качестве областей интереса. Описание связанных анатомических областей осуществлялось с помощью встроенного в Lead Connectome атласа (Automated Anatomical Labeling 3, Rolls et al. 2020). Эффективность стимуляции оценивалась по снижению частоты и продолжительности приступов на фоне ANT-DBS. Успешным исходом считалось уменьшение приступов на 50% и более (I/II классы по шкале McHugh).

Результаты. Уменьшение частоты приступов через 12 месяцев после включения стимуляции составило, в среднем, 75%. По итогам первичного программирования из 4 пациентов, хорошо ответили на стимуляцию двое (период наблюдения – 3 месяца). При выполнении коннектомного анализа было обнаружено, что у пациентов, плохо ответивших на стимуляцию (III класс по шкале McHugh), область стимуляции не была связана со структурами лимбической системы, в то время как у пациентов с хорошим ответом, была выявлена коннективность с гиппокампом и парагиппокампальной извилиной. После коррекции программы стимуляции с изменением уровня включенных контактов на те, которые демонстрировали коннективность с лимбической системой, частота приступов значительно уменьшилась, и пациенты перешли в группу хорошего ответа на стимуляцию.

Выводы. Использование коннектомного анализа имеет потенциальное применение для подбора программы стимуляции, что особенно актуально в тех случаях, когда эффект стимуляции развивается отсроченно. Предварительный анализ наших результатов показал, что более высокая эффективность ANT-DBS в отношении снижения частоты эпилептических приступов наблюдается, когда область стимуляции связана со структурами лимбической системы.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ВИБРОИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРОКОЛЕБАНИЙ ЛИЦА

А.А. Болотов, В.Г. Барчуков, Е.Н. Жирнов,
А.С. Галузин, А.А. Ашуркин

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Известно, что жизнедеятельность человека и любого живого объекта связана с целым рядом периодических процессов (дыхание, пульс, работа сенсорных систем), протекающих в организме. Различные колебательные процессы характеризуются двумя основными параметрами – частотой и амплитудой. Следовательно, если удастся получить изображение человека, характеризующее частоту и амплитуду движения каждой его точки, то это изображение должно информативно отражать психофизиологическое состояние человека в целом. Виброизображение – это изображение, каждая точка которого отражает пространственно-временные параметры вибрациии движения объекта. Оказалось, что именно частота вибраций человека больше чем амплитуда отражает энергетику его движения, а значит психическое состояние, эмоции и здоровье. Каждая точка человека совершает перемещения или вибрации со своей частотой и амплитудой, и визуальный анализ такой картинки оказался достаточно непростым делом [1].

Для анализа виброизображений лица человека нами был предложен новый подход, основанный на совмещении изображений амплитуды и частоты колебаний лица человека в одно изображение. Такое изображение мы назвали «аурой» человека, для анализа которого были использованы методы

компьютерного зрения, машинного обучения и нейросетевых технологий на основе моделей глубокого обучения библиотек с открытым исходным кодом Keras [2] с использованием языка программирования Python.

Такой подход определяет необходимость разработки и использования трех программных модулей: «Видео», «Обучения» и «Классификации».

Модуль «Видео» получает видеоизображение человека в состоянии покоя, получаемое с помощью веб-камеры с установленными параметрами: разрешение – 640x480, частотой кадров – 30 и длительностью видеопотока до 30 секунд. Это видео записывается в файл без каких-либо преобразований видеокадров (без сжатия).

Затем этот файл анализируется с помощью алгоритмов компьютерного зрения: выделяется контур лица человека, вычисляются амплитуда и частота каждой точки контура лица человека. После этого вычисляются: средние значения амплитуды, максимальные значения частоты колебаний по вертикали слева и справа относительно середины изображения контура лица человека и формируются соответствующие видео матрицы с помощью которых создается объединенное амплитудно частотное изображение – «аура» человека.

Для модуля «Обучения» в соответствии с задачами исследований эти изображения классифицируются, например, для психофизиологии указывается класс: – агрессия, стресс и т.п., для оценки общего состояния: хорошее, среднее, плохое и т.д. Из множества таких классифицированных изображений формируется Датасет для обучения нейросети.

При обучении используется два вида нейросетей: сверточные и языковые. Сверточные сети позволяют выделить наиболее информативные признаки в изображениях. Затем они в виде вектора подаются на вход языковой модели, которая объединяет эти данные для последующих классификаций изображения. Полученная в итоге модель сохраняется в файле в виде специального набора тензоров.

Для классификации с помощью модуля «Видео» получается «аура» тестируемого человека, которая подается на вход модели. В модуле «Классификация» полученная в результате обучения модель загружается, происходит преобразование изображения «ауры» в тензорный вид и осуществляется классификация изображения с помощью нейросети. На выходе модели получается текстовое описание предсказанного класса с вероятностью, рассчитанную выходным слоем нейросети с помощью метода «softmax».

Библиотека с открытым исходным кодом Keras позволяет быстро и эффективно обучаться на Датасет больших размеров без использования графических процессоров (GPU). При этом она позволяет пользователям создавать сверточную и языковую части модели нейросети, ее структуру, управлять и настраивать параметры слоев нейросети для обеспечения наибольшей скорости и точности обучения. На обычном офисном компьютере обучение длится около 2-х минут на объеме обучающей выборки в 100 примеров. Скорость получения ответа модуля «Классификации» с учетом времени на снятие видео и получение «ауры» тестового случая занимает менее 5 сек.

Для практической реализации задачи оценки состояния испытуемого необходимо создавать Датасеты с сотнями обучающих случаев. Для проверки работоспособности и оценки ряда параметров предложенного подхода мы провели моделировали нескольких задач классификации по следующим предметным темам: определение состояния тестируемого по субъективной оценке этого состояния, представленной самим тестируемым, а также идентификация человека по его «ауре» на небольших объемах Датасет (до 30 объектов в каждом классе) .

В результате получили следующие характеристики:

- точность идентификации между двумя испытуемыми составила 87%,
- по оценке функционального состояния при 2-х классах – 77%.

Таким образом, подход, предложенный нами, позволяет с достаточно высокой точностью производить классификацию на основе «ауры» человека. Разработанное программное обеспечение позволяет быстро создать реальный проект такой системы классификации – необходимо только обеспечить создание соответствующего Датасет «ауры» человека по конкретной предметной области.

Список использованных источников:

1. Минкин В. А. Виброизображение, кибернетика и эмоции /В. А. Минкин. - СПб. : «Реноме», 2020. - 164 с. DOI 10.25696/ELSYS.B.RU/VCE.2020
2. Anshik. AI for Healthcare: Keras and TensorFlow. In AI and Machine Learning for Healthcare. 2021. 381 pages. https//doi.org/10.1007/978-1-4842-7086-8

ХРОНИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ ПОДКОРКОВЫХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА В КОНТЕКСТЕ НАТУРАЛИСТИЧНОЙ ЗООСОЦИАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Ю.В. Бородачева, И.Д. Шамсиев, И.В. Бондарь

ИВНД и НФ РАН, Москва, РФ

Зооссоциальная коммуникация животных – сложный процесс, первым этапом которого является мультисенсорное восприятие сородича. В основе данного процесса лежат обширные нейронные сети головного мозга, включающие в себя сенсорные, интегративные и моторные контуры. Мы в своей работе сосредоточились на двух структурах, роль в процессах зоосоциального восприятия которых активно изучается в современной науке: бледный шар (*globus pallidus, GP*) и латеральная преоптическая область гипоталамуса (*area preoptica lateralis, LPO*). Бледный шар исходно считался преимущественно моторой структурой, однако в последние годы появилась информация о его участии в более сложных процессах, таких как восприятие получения подкрепления, обучении сложным двигательным навыкам. В том числе бледный шар активируется при реализации социального поведения. Так, например, было показано, что у млекопитающих нейроны бледного шара могут активироваться во время прослушивания вокализации их сородичей. Латеральная преоптическая область гипоталамуса также исходно рассматривалась как структура, связанная с базовыми процессами поддержания гомеостаза, однако в последние годы ее активно изучают в контексте восприятия социальной информации, получаемой в результате социального груминга и репродуктивного поведения.

Эксперимент проводился на 7 кроликах породы Советская шиншилла. 4 кролика (“демонстраторы”) находились в состоянии пищевой депривации и были обучены инструментальному рефлексу (ИР). Для получения пищевого подкрепления им необходимо было из стойки передними лапами нажать на педаль. 3 кролика (“наблюдатели”) также были обучены ИР, после чего им была проведена имплантация микроэлектродного пучка (NiCr, 18 мкм, 32 проволоки) для хронической внеклеточной регистрации нейронной

активности в следующие структуры: правый бледный шар (1 кролик (К1)), правая латеральная преоптическая область гипоталамуса (2 кролика (К2, К3)). Во время 20-минутных экспериментальных сессий “наблюдатель” сидел в ограничителе с жестко зафиксированной головой и смотрел за тем, как “демонстратор” выполнял ИР. Для более детального изучения изменений нейронной активности при проведении эксперимента с кроликами К2, К3 был использован автоматически затемняемый экран. Также в экспериментальный дизайн был введен расширенный контрольный период (“демонстратора” нет в экспериментальной камере, производится автоматическое нажатие педали, после чего в кормушку подается корм), равный по времени основному экспериментальному периоду (“демонстратор” присутствует в экспериментальной камере, реализуя в ней ИР). Таким образом, для кроликов К2, К3 экспериментальный контекст получилось разделить на 4 основные составляющие: контрольный период с затемненным экраном и невидимой наблюдателю экспериментальной камерой (несоц. невид.), контрольный период без затемненного экрана, экспериментальная камера видна (несоц. вид.), основной экспериментальный период с затемненным экраном и невидимой наблюдателю экспериментальной камерой (соц. невид.), основной экспериментальный период без затемненного экрана, экспериментальная камера видна (соц. вид.).

В бледном шаре кролика К1 из 42 зарегистрированных нейронов у 38 было обнаружено значимое (по критерию Вилкоксона) изменение частоты разряда во время собственных движений: у 71,05% нейронов активность повышалась, у 28,95% – понижалась (рис. 1, А). Также в бледном шаре были обнаружены нейроны (N=14, 33,3%), изменяющие активность во время наблюдаемой стойки конспецифика. Они демонстрировали как увеличение (N=5, 35,7%), так и снижение (N=9, 64,3%) частоты разряда (рис. 1, Б). Большая часть описанных выше нейронов (84,6%) изменяла свою активность как при собственных движениях животного, так и в связи с поведением конспецифика.

В преоптической области гипоталамуса ни в одном из рассмотренных экспериментальных контекстов значимых отличий в средней частоте спайков нейронов, зарегистрированных у кроликов К2 и К3, обнаружено не было (рис. 2).

Таким образом, нами был успешно опробован экспериментальный подход с использованием натуралистичной зоосоциальной зрительной стимуляции и хронической регистрации нейронной активности. В нейронной активности бледного шара были обнаружены значимые модуляции в ответ как на собственную моторную активность животного, так и на наблюдаемые действия конспецифика. В преоптической области гипоталамуса значимых изменений нейронной активности в зоосоциальном контексте обнаружено не было.

Рисунок 1 – Изменения активности двух разных нейронов GP кролика К1 на разные типы событий: собственное движение животного (А, В) и наблюдаемое движение конспецифика (Б, Г)

Рисунок 2 – Реакции нейронов LPO кроликов К2 (А), К3 (Б) на разные экспериментальные контексты

ЭФФЕКТ ХРОНИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА НА НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ У ПАЦИЕНТОВ С ПРОДВИНУТЫМИ СТАДИЯМИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

В.В. Ковалев[1], Е.В. Бриль[1, 2], М.С. Семёнов[1],
Л.Т. Лепсверидзе[1], Н.А. Супонева[3], Ю.А. Селивёрстов[4]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, г. Москва, РФ
[3]ФГБНУ «Научный центр неврологии», г. Москва, РФ
[4]ООО «Центр эпилептологии и неврологии им. А.А. Казаряна», г. Москва, РФ

Введение. Нарушение ходьбы является одним из ключевых признаков болезни Паркинсона (БП), развивается уже на ранних стадиях и прогрессирует в течение всего курса заболевания. На начальных этапах пациенты с БП в сравнении со здоровыми сверстниками демонстрируют уменьшение длины и скорости шага, а вместе с тем увеличение каденса. По мере прогрессирования гипокинезии, уменьшается амплитуда движений во всех суставах нижних конечностей, за счет чего уменьшается клиренс стоп, а походка приобретает вид «шаркающей». На более поздних стадиях присоединяется прогрессирующая постуральная неустойчивость, что приводит к появлению пропульсий, семенящей походки и вариабельности цикла шага. Застывание при ходьбе (фризинг), как правило, развивается на развернутых стадиях, и в совокупности с нарушением постурального баланса нередко становится главной причиной увеличения частоты падений и травм, способствуя инвалидизации пациента и его зависимости от посторонней помощи.

Стимуляция спинного мозга (spinal cord stimulation, SCS) – это малоинвазивная методика нейромодуляции, которая применяется уже более сорока лет, главным образом, в терапии хронических болевых синдромов и спастики. В 2009 году R. Fuentes и соавт. опубликовали результаты исследования по применению SCS на животной модели паркинсонизма с локомоторными расстройствами. В своей работе они не только продемонстрировали значительное уменьшение брадикинезии у экспериментальных животных в ответ на стимуляцию дорсальных структур спинного мозга на грудном уровне, но и дали возможное объяснение

наблюдаемого эффекта, указав на изменение амплитудных и частотных характеристик потенциалов локального поля, регистрируемых от нейронов дорсолатерального стриатума и первичной моторной коры. Полученные данные послужили основой для целенаправленного пробного применения спинальной стимуляции при БП (в том числе у пациентов с глубокой стимуляцией головного мозга) и атипичном паркинсонизме в рамках серий клинических наблюдений и открытых исследований.

Цель исследования: оценить эффективность стимуляции спинного мозга в отношении нарушений ходьбы и постурального баланса у пациентов с БП.

Материалы и методы исследования. 9 пациентов, 5 мужчин и 4 женщины, возрастом от 67 до 76 лет, страдающие идиопатической формой БП (III и IV ст. по Hoehn-Yahr) перенесли имплантацию системы хронический спинальной стимуляции (Medtronic PrimeAdvanced SureScan, Ireland) на базе отделения нейрохирургии ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России. В каждом случае использовались парные цилиндрические 8-канальные электроды (Vectris SureScan), которые были имплантированы эпидурально на среднем-нижнем грудном уровне перкутанным способом. Оценка неврологического статуса проводилась перед оперативным лечением, а также через 2, 5 и 12 месяцев после с использованием следующих шкал и опросников: части III унифицированной шкалы оценки БП Международного общества по БП и двигательным расстройствам (Unified Parkinson's Disease Rating Scale, Movement Disorder Society – MDS-UPDRS), опросника по застываниям (Freezing of Gait Questionnaire), шкалы оценки баланса и уверенности движений при определенных видах активности (Activities-Specific Balance Confidence Scale – ABC), краткой формы опросника качества жизни при БП (Parkinson's disease questionnaire-8), теста на время «Встань и иди» (Timed up and go test – TUG) и модифицированного теста 10-метровой ходьбы (10 meter walk test). Также всем пациентам проводилась оценка биомеханики ходьбы с использованием системы Vicon Nexus (V.1.8, UK) на базе ФГБНУ НЦН. Пациенты опрашивались на предмет возможных нежелательных реакций после проведения процедуры.

Результаты исследования. Тоническая стимуляция дорсальных столбов спинного мозга на среднем грудном уровне с параметрами в диапазоне 60-130 Гц / 210-300 мкс сопровождалась статистически значимым улучшением функционального статуса за счет регресса суммарного балла по моторной части шкалы UPDRS, достигшего в среднем 13% к 12 месяцу наблюдения

(p=0,003). Улучшение ходьбы и постурального баланса отмечалось при выполнении теста «Встань и иди» в среднем на 15% к 2 месяцу, 21% к 5 месяцу (p=0,017) и 19% к 12 месяцу наблюдения (p=0,039). В дополнение к этому большинство пациентов демонстрировали увеличение скорости 10-метровой дистанции ходьбы в среднем на 14% к 2 месяцу, 24% к 5 месяцу и 23% к 12 месяцу наблюдения, однако статистически значимых различий среди групп сравнения с применением однофакторного дисперсионного анализа и теста Фридмана получено не было. К 2 месяцу наблюдения большая часть пациентов указывали на улучшение качества жизни по результатам опросника PDQ-8, достигшее в среднем 17%, однако эффект был нестойкий и в последующем постепенно ослабевал. По результатам опросников FOG-Q и ABC существенной динамики отмечено не было. Нежелательных явлений, связанных с спинальной стимуляцией, не зарегистрировано.

Выводы. Полученные результаты демонстрируют безопасность и потенциальную эффективность спинальной стимуляции как возможного метода коррекции аксиальных моторных нарушений у пациентов с развернутыми стадиями БП.

СОВРЕМЕННЫЕ НЕЙРОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ

А.Б. Кожокару, Е.С. Ларкина

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Введение. Бремя инвалидности и смертности, вызываемое неврологическими заболеваниями, все чаще признается глобальной проблемой общественного здравоохранения, которое предположительно будет расти в течение следующих нескольких десятилетий. В связи этим, актуальной является разработка новых диагностических и экономически эффективных методов лечения заболеваний головного мозга и нервной системы, поскольку социальные издержки вследствие данных заболеваний имеют огромное значение для многих государств во всем мире.

Цель: оценить спектр современных нейротехнологий в клинической практике.

Методы. Проанализированы научные публикации среди баз данных PubMed, Scopus, Web of Science и eLibrary.

Результаты. Нейротехнологии (НРТ) являются результатом фундаментальной конвергенции научных инноваций в различных медицинских дисциплинах, но преимущество в нейронауках (биологии, нейрофизиологии, неврологии, нейрохирургии, фармакологии, оптогенетике, оптическом и электрохимическом биосенсорстве), а также служат мощным инструментом для изучения основ физиологии мозга и этиопатогенеза, имеют диагностический и лечебный потенциал для обеспечения целенаправленной терапии пациентов, минимизируя при этом имеющиеся риски.

Также помимо вклада в фундаментальные исследования нейронауки, НРТ имеют огромные перспективы для трансформации клинической практики в неврологии и других областях.

Клиническая нейронаука не только движет нейроинженерию к решению наиболее актуальных клинических проблем, но также способствует развитию и совершенствованию НРТ, благодаря появляющимся клиническим достижениям. Например, понимание этиологии заболевания дает информацию не только о месте терапевтической стимуляции, но также и о том, какие должны быть разработаны шаблоны стимуляции, чтобы они были более эффективными/натуралистичными.

В медицинской клинической практике НРТ можно классифицировать в соответствии с их основной целью:

1. *Нейродиагностика:*

1.1. Неинвазивные технологии для записи электрической активности:

1.1.1. Нейросенсинг: электроэнцефалография, магнитоэнцефалография, стимуляционная электронейромиогарфия, вызванные потенциалы.

1.1.2. Нейровизуализация: позитронно-эмиссионая томография, функциональная ближняя инфракрасная спектроскопия, магнитная резонансная томография и функциональная магнитно-резонансная томография.

1.2. Инвазивные технологии мониторинга и записи структуры и функционирования мозга:

1.2.1. Нейросенсинг: элекрокортикография, стереоэлектроээнцефалография, электромиография.

2. *Нейротерапия и реабилитация:*

2.1. *Нейромодуляция:*

2.1.1. Неивазивные стимулирующие технологии мозга: транскраниальная магнитная и электрическая стимуляция, фокусированный ультразвук.

2.1.2. Инвазивные стимулирующие технологии мозга: глубокая стимуляция головного мозга, стимуляция спинного мозга, транскутанная электрическая стимуляция периферических нервов, стимуляция блуждающего нерва и тибиального нервов.

При установке различных инвазивных стимулирующих технологий мозга (имплантов), конфиденциальность и строгая защита данных имеют первостепенное значение, когда используется личная информация пациентов. Данный вопрос технической и правовой безопасности как для пациента, так и для медицинского персонала, мало изучен и в настоящий период широко дискутируются в научных рецензируемых изданиях.

2.2. *Нейропротезирование и нейрокомпьютерные интерфейсы:* интерфейсы мозг-компьютер с/без применением(я) технологий виртуальной реальности, нейропротезы, эзоскелеты, кохлеарные и ретинальные импланты

2.3. *Нейробиотехнология:*

2.3.1 Нейрогенетика: оптогенетика, термогенетика, нейрогеномика.

2.3.2. Клеточные технологии.

2.4. *Нейрофармакология:* нейропроотекторы, ноотропы, нейролептики, антидепрессанты, противосудорожные препараты, лекарственные помпы.

3. *Нейрохирургия:* нейронавигационные системы, винты и т.д., установление инвазивных нейростимуляторов.

Считается, что дальнейшие вероятные технологические тенденции и разработки НРТ в медицине в ближайшие годы будут включать и изучать:

А) роль неинвазивных и носимых систем как альтернативы имплантированным устройствам;

Б) различные варианты терапии замкнутого цикла, которые изменяют параметры стимуляции на основе соответствующих биомаркеров;

В) экономические модели с оплатой за дозировку препарата, которые соответствуют стратегиям фармацевтической дистрибуции.

Выводы. Таким образом, современные нейротехнологии в медицине, по сути, являются симбиозом между нейронаукой и НРТ, которые уже ближе к новой интегрированной структуре, чем к простому междисциплинарному взаимодействию. Данный симбиоз является катализатором фундаментальных

достижений, вследствие которого возможно получить новые нейробиологические знаний о патогенетических механизмах работы нейрональных сетей головного мозга и других различных систем человеческого организма, способствующих: увеличению потенциала диагностических и терапевтических возможностей, а также совершенствованию имеющихся технологий, направленных на улучшение и/или восстановление самочувствия пациентов, страдающих неврологическими и другими заболеваниями. Однако решение возникающих этических и нормативных вопросов имеет решающее значение для полной реализации потенциала НРТ и их внедрения в клиническую практику. Прогнозы убедительно предполагают, что рынок НРТ в ближайшие десятилетия будет продолжать быстро расти, и основное внимание в этих разработках будет уделяться медицинским инновациям и созданию передовых инструментов для улучшения лечения лиц преимущественно с неврологическими и психиатрическими расстройствами.

НЕЙРОСТИМУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ НЕВРОПАТИИ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА

В.П. Кондратьев, А.В. Декопов, А.А. Томский

ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им.акад. Н.Н.Бурденко»
Минздрава России, г. Москва, РФ

Введение. Нейростимуляция – это применение различных стимулов, в частности импульсных токов, для восстановительного лечения тканей, органов и систем, нарушивших свою нормальную функцию в результате травмы или болезни. Стимуляция периферических нервов (PNS) является одним из методов лечения хронического фармакорезистентного болевого синдрома, применяемым с 1967 г. В процессе лечения боли также неоднократно отмечалось улучшение восстановления мышечной силы на фоне нейростимуляции, однако на данный момент нет крупных рандомизированных контролируемых исследований эффективности PNS в лечении посттравматической невропатии периферических нервов.

Цель исследования – оценить эффективность и безопасность хирургического лечения посттравматической невропатии седалищного нерва методом эндоскопического невролиза с применением методики хронической электростимуляции

Материалы и методы. В ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» Минздрава России прооперировано 17 пациентов с невропатией седалищного нерва. Больные были поделены на две группы рандомизацией методом блоков. В группе А, состоящей из 8 пациентов, применялся невролиз седалищного нерва с одномоментной имплантацией системы для хронической нейростимуляции. Группе Б (9 человек) осуществлялся только невролиз седалищного нерва. Оценивался уровень болевого синдрома по шкале ВАШ, и мышечная сила в передней и задней группе мышц голени по MRC Scale до операции, в раннем послеоперационном периоде, через 3 и 6 месяцев после операции. Анализ полученных данных проводился при помощи программы «Statistica»

Результаты. В группе А на фоне хронической электростимуляции в катамнезе отмечалось значимое снижение тяжести болевого синдрома у всех пациентов. В динамике болевой синдром снизился с 7,88±1,25 до операции до 2,88±1,45 через 6 месяцев [p=0,012]. В группе Б после выполнения невролиза уменьшение тяжести болевого синдрома было отмечено лишь в половине случаев. При этом интенсивность болевого синдрома по ВАШ составляла в баллах: до операции – 6,8±0,78; через 6 месяцев – 5±2,45 [p=0,079].

Восстановление двигательных функций в катамнезе также выраженно лучше в группе А. Медиана восстановления мышечной силы в передней группе мышц голени на фоне нейростимуляции составляет 2 балла, в то время как в группе Б этот показатель составил 0 баллов. Данные по восстановлению мышечной силы в задней группе мышц голени следующие: медиана восстановления мышечной силы в группе А составляет 1 балл, в группе Б – 0 баллов.

Обсуждение. Электростимуляция периферических нервов обладает комплексным влиянием на процессы, развивающиеся в поврежденном нервном стволе. Противоболевой эффект при электростимуляции периферических нервов описан во множестве исследований и активно применяется практически половину столетия. В ряде работ также подтверждается влияние электростимуляции периферических нервов на регенерацию нервных волокон у лабораторных животных. На фоне периферической нейростимуляции у крыс отмечено значительное ускорение

аксональной регенерации после повреждения седалищного и бедренного нерва.

Выводы. Предварительный анализ показывает, что результаты лечения хронического болевого синдрома оказались лучше при сочетании невролиза с имплантацией системы для хронической электростимуляции седалищного нерва. Хроническая периферическая электростимуляция вероятно оказывает влияние на восстановление двигательных функций. Полученные предварительные результаты требуют продолжения исследования и анализа результатов на большей выборке больных.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАСТИЧНОСТИ МОТОРНОЙ КОРЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ЭМГ-ТРЕНИНГА МЕТОДОМ SPOC

К.А. Насрулина[1], А.Е. Осадчий[2]

[1]РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва, РФ
[2]НИУ ВШЭ, г. Москва, РФ

Введение. Более 60% людей отказываются от протезов из-за сложности управления, недостаточной естественности движений и отсутствия подготовки к их использованию. Решением может стать неинвазивная система на основе искусственного интеллекта и виртуальной среды (VR), обучающая управлению протезами с использованием данных электромиографической (ЭМГ) активности. Однако для полноценного понимания эффектов ЭМГ-тренинга требуется изучение изменений в мозге, связанных с адаптацией к управлению протезами.

Метод Source Power Comodulation (SPoC) представляет собой подход к анализу многоканальных нейрофизиологических данных, основанный на поиске пространственных фильтров, мощность выделяемых компонентов которых систематически ковариирует с заданной непрерывной целевой переменной. Используя информацию о целевой переменной (мощности ЭМГ), SPoC позволяет более избирательно выявлять нейронные источники, непосредственно связанные с поведенческими и физиологическими процессами [1].

В данном исследовании используется пространственно-временной вариант SPoC (Spatial-Temporal SPoC), который расширяет классический метод за счет анализа временных характеристик сигнала. Алгоритм последовательно оптимизирует пространственные и временные фильтры, чтобы максимально усилить их связь с поведенческой переменной. На каждом шаге итерационно сначала вычисляется пространственный фильтр, выделяющий наиболее значимые каналы с точки зрения их вклада в целевую переменную, затем уточняется временная структура сигнала с учетом временной динамики и частотных особенностей. Такой подход позволяет автоматически определять частотный диапазон, огибающая активности которого максимально точно предсказывает миографическую активность и моторную функцию. Последующая интерпретация весовых коэффициентов позволяет определить соответствующие корковые зоны и оценить динамику нейропластических изменений в процессе адаптации.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие два человека с гипоплазией кисти, использующие тяговый и бионический протезы. Эксперимент проводился на базе центра биоэлектрических интерфейсов НИУ ВШЭ с целью изучения нейропластических изменений в моторной коре головного мозга после прохождения трехмесячного ЭМГ-тренинга. Тренинг включал выполнение участниками моторных задач в виртуальной среде на платформе Oculus Rift. Тренинг состоял из трех этапов, каждый из которых включал три сеанса по 60 минут. Участники выполняли задания, такие как разъединение пальцев, захват объектов (щипки) и выполнение жестов. Каждое движение повторялось 3–5 раз за сеанс. Для регистрации ЭМГ использовались 8 электродов, размещенных на верхних конечностях. Регистрация мозговой активности осуществлялась методом магнитоэнцефалографии (МЭГ) в московском МЭГ-центре, с использованием оборудования Neuromag Vector View. Для анализа данных применялся метод Spatial-temporal SPoC (st SPoC). Для оценки эффективности метода st SPoC его результаты сравнивались с неконтролируемым методом анализа независимый компонентный анализ (ICA).

Результаты и обсуждение. Метод st SPoC продемонстрировал значительно более высокую точность в выявлении функциональной связи между мозговой и мышечной активностью по сравнению с ICA. Коэффициент корреляции между целевыми источниками активности мозга и мышечными сигналами составил 0,948 для метода st SPoC, тогда как для ICA этот показатель был значительно ниже – 0,485 (рисунок 1).

Рисунок 1 – Сравнение методов st SPoC и ICA

Для визуализации распределения мозговой активности были построены топографические карты активности моторной коры, основанные на данных метода st SPoC (рисунок 2).

Рисунок 2 – Топографическая карта активности моторной коры

Разработанный подход позволяет автоматически строить декодеры миографических сигналов по электрической активности мозга и оценивать эффективность тренировки по использованию бионические протезов нового поколения.

Список использованных источников:

1. Sven Dähne, Frank C. Meinecke, Stefan Haufe, Johannes Höhne, Michael Tangermann, Klaus-Robert Müller, and Vadim V. Nikulin. SPoC: a novel framework for relating the amplitude of neuronal oscillations to behaviorally relevant parameters. NeuroImage, 86:111–122, 2014. doi:10.1016/j.neuroimage.2013.07.079.

НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ В ЛЕЧЕНИИ НЕЙРОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ МОЧЕИСПУСКАНИЯ

Т.В. Сигалева[1,2,3], А.А. Кащеев[2], А.Б. Кожокару[1]

[1]ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ
[2]МНОИ МГУ, г. Москва, РФ
[3]ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва, РФ

Гиперактивный мочевой пузырь (ГМП) – клинический синдром, характеризующийся непроизвольными сокращениями мышц мочевого пузыря, которые вызывают внезапные и учащенные (более 8 р/день) неконтролируемые позывы к мочеиспусканию, никтурю (более 2 р/ночь), при исключении иной патологии нижнего отдела мочевыводящего тракта.

Согласно статистическим исследованиям 1 из 6 человек – страдает от ГМП [2]. На 2018 г. по около 546 млн. человек в мире имеют ГМП [3]. В пересчете на население России это 23 млн. человек. Эпидемиологи GlobalData прогнозируют рост общего числа случаев ГМП с 363 318 429 случаев в 2020 году до 401 653 622 случаев в 2030 году [4].

Лечение ГМП начинается с изменения образа жизни, поведенческой терапии и консервативного лечения, основой которого в настоящее время являются антимускариновые препараты, агонисты бета3-адренорецепторов. При отсутствии эффекта постепенно переходят к более инвазивным методам: ботулинотерапии, стимуляции большеберцового нерва, нейромодуляции. Хирургическое лечение (аугментационная цистопластика и д.р.) считается терапией четвертой линии и применяется только в редких случаях при тяжелом, рефрактерном, осложненном ГМП [5].

Нейромодуляция – раздел функциональной нейрохирургии; сакральная нейромодуляция (SNS) – подвид хронической электрической стимуляции периферической нервной системы, а именно корешков спинного мозга при помощи имплантируемого электрода. SNS на данный момент является сильной рекомендацией Европейской ассоциации урологов в терапии ургентного и смешанного недержания при неэффективности консервативной терапии [6].

Точный механизм действия SNS до сих пор неизвестен. Актуальной считается теория об оптимальном балансе между стимулирующей и тормозной активностью периферической и центральной нервной системами. Информация, передаваемая в центральную нервную систему, модулируется за счет расположения электрического поля вблизи сакрального корешка. Таким образом улучшается афферентная доставка сигналов и вследствие этого активность мочевого пузыря [7].

Первым и одним из самых важных этапов является совместный отбор с участием уролога, невролога и психиатра. Далее производится установка электрода и 7-14 дней тестового периода. Технически операция заключается в проведении электрода через 3 крестцовое отверстия под ренгенологическим контролем и соединение системы с временным наружным генератором импульсов. Параметры для оценки тестового периода зависят от изначальной клинической картины: трёхсуточные дневники мочеиспусканий либо катетеризаций и визуальная аналоговая шкала, при гипотоничном/гипоконтрактильном мочевом пузыре необходим урофлоуметрический контроль остаточной мочи. При эффективности тестовой стимуляции (динамика оцениваемых параметров более 50%) имплантируется постоянный генератор импульсов, программируются финальные параметры стимуляции. Серьезных побочных эффектов обычно не наблюдается. Наиболее частыми нежелательными явлениями, приводящими к хирургической ревизии, бывают боль в области имплантации (11,8%) и подозрение на смещение электрода (7,9%) [8].

Масштабное многоцентровое рандомизированное исследование долгосрочной эффективности SNS было завершено в 2017 году. В результате 5-летнего наблюдения за 272 пациентами после установки специализированного сакрального стимулятора InterStim компании Medtronic клинический успех у больных ГМП сохранялся в течение 3 месяцев после имплантации и далее на протяжении всего периода наблюдения. У 82%

пациентов успешные результаты были получены и через 5 лет. Также было выявлено достовреное улучшение показателей оценки качества жизни [9].

Сакральная нейромодуляция уже достаточно прочно зарекомендовала себя при нейрогенных нарушениях, однако рандомизированных клинических исследований при первично неврологических заболеваниях мало. Поскольку SNS основана на электрической стимуляции крестцовых афферентов, первоначально его рассматривали только у пациентов с интактной нервной системой, но появляется все больше сообщений, о том, что метод может быть так же эффективен у пациентов с сопутствующими неврологическими расстройствами.

Заключение. Сакральная нейромодуляция – действенный и безопасный метод коррекции нейрогенных тазовых нарушений. Применение метода нуждается в более обширном информировании медицинского сообщества о преимуществах, увеличении доступности для пациентов и рассмотрении более широкого спектра показаний к имплантации.

Список использованных источников:

1. Stewart, W.F. Prevalence and burden of overactive bladder in the United States. / W.F. Stewart, J.B. Van Rooyen, G.W. Cundiff [et al.] // World J Urol. – 2003. – V. 20. - № 6. – P. 327-36.
2. Tubaro, A. Expert Opinion on Three Clinical Cases with a Common Urgent Problem: Urge Urinary Incontinence. / A. Tubaro, J. Heesakkers, J.N. Cornu [et al.] // Case Rep Urol. – 2018. – P. 1-6.
3. URL https://www.globaldata.com/store/report/overactive-bladder-epidemiology-analysis/?utm_source=RS&utm_medium=recommend&utm_campaign=share viaemail.
4. Lightner, D.J. Diagnosis and Treatment of Overactive Bladder (Non-Neurogenic) in Adults: AUA/SUFU Guideline Amendment 2019. / D.J. Lightner, A. Gomelsky, L. Souter [et al.] // J Urol. – 2019. – V. 202 - №. 3. – P. 558-563.
5. EAU Guidelines on Management of Non-Neurogenic Female Lower Urinary Tract Symptoms. / C.K. Harding, M.C. Lapitan, S. Arlandis [et al.] – EAU Guidelines Office, Arnhem, the Netherlands, 2024. – P. 33-34.
6. Leng, W.W. How sacral nerve stimulation neuromodulation works. / W.W. Leng, M.B. Chancellor // Urol Clin North Am. – 2005. – V. 32 – P. 11-18.

7. van Kerrebroeck, P.E. Results of sacral neuromodulation therapy for urinary voiding dysfunction: outcomes of a prospective, worldwide clinical study. / P.E. van Kerrebroeck, A.C .van Voskuilen, J.P. Heesakkers [et al.] // J Urol. – 2007. – V. 178. - № 5. – P. 2029-34.
8. Siegel, S. Five-year follow-up results of a prospective, multicenter study of patients with overactive bladder treated with sacral neuromodulation. / S. Siegel, K. Noblett, J. Mangel [et al.] // J Urol. – 2018. – V. 199 - № 1. – P. 229–236.

ВЫЯВЛЕНИЕ СИАЛОРЕИ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА. МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ПОДХОДЫ К ЛЕЧЕНИЮ

Н.А. Федотова, Е.В. Бриль, О.С. Зимнякова,
О.Э. Тургунхужаев, М.М. Юсупова, И.Г. Яркова

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

Сиалорея или слюнотечение – один из вегетативных симптомов болезни Паркинсона (БП), для которого характерно вытекание слюны изо рта через край губ или стеканием в глотку. Причиной такого расстройства может быть связано как с гиперпродукцией слюны, так и с проблемой ее удаления.

Сиалорея может приводить не только к локальным осложнениям (периоральный дерматит, галитоз, избыточный бактериальный рост в полости рта), но и способствует развитию респираторных инфекций вследствие аспирации слюны. Кроме того, данный симптом крайне негативно влияет на качество жизни пациентов, что значительно ухудшает прогноз и усложняет реабилитацию больного.

Цель работы: изучить частоту жалоб у пациентов с БП на амбулаторном приеме в Федеральном неврологическом центре экстрапирамидных заболеваний и психического здоровья ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.

Материалы и методы. В исследовании принимало участие 89 человек с БП. Была разработана google-форма для опроса пациентов, которая

заполнялась неврологами ФНЦ экстрапирамидных заболеваний в течение двух месяцев.

Данная google-форма онлайн анкета включала в себя демографические данные пациента, стадию, длительность болезни, наличие моторных флуктуаций и дискинезий, текущая медикаментозная терапия, а также использовались шкалы, опросники для выявления и оценки сиалореи (Droolingseverityandfrequencyscale- DFSS, пункт 2.2 шкалы MDS-UPDRS «Слюна и слюнотечение, некоторые вопросы Модифицированной шкалы Университета Радбода для оценки моторики оральной мускулатуры при болезни Паркинсона (RadboudoralmotorinventoryforParkinson'sdisease – ROMIPD)). Помимо этого, были вопросы о причинах, по которым пациент активно не жаловался на слюнотечение, не смотря на ее наличие.

Результаты и обсуждение. По результатам обследования лишь 15,7% (n=14) пациентов с болезнью Паркинсона пожаловались на слюнотечение самостоятельно. При этом из 84,3% (n=75) пациентов, которые не предъявляли самостоятельных жалоб на сиалорею, у более половины (53,3%) выявилось при дальнейшем опросе повышенное слюнотечение. Очевидно, что данный симптом явно недооценен со стороны пациентов, а также может быть упущен неврологом на приеме.

При выявлении причин, по которым пациенты не пожаловались самостоятельно на сиалорею, наша работа показала, что для большинства из них (45%) значимость двигательных симптомов выше, а 32,5% указали, что не думали, что это связано с БП.

Из всех пациентов тяжелую сиалорею имели 4,6% (n=4) больных, умеренную -12,6% (n=11). При этом 26,4% (n=23) имели ночное слюнотечение, 40,2% (n=35) пациентов отметили, что не имели проблем со слюнотечением.

Кроме того, наша работа показала, что длительность заболевания значимо влияет на наличие сиалореи (p=0,01). С каждым годом заболевания шансы наличия сиалореи увеличивались в 1,2 раза. Также выявилась корреляция между стадией заболевания и тяжестью сиалореи (p=0,02).

В настоящий момент дисфагия считается наиболее значимым фактором риска развития слюнотечения. В нашей работе было выявлено, что субъективное ощущение нарушения глотания коррелирует с жалобами пациентов на сиалорею.

В настоящее время применение ботулинического токсина типа «А» (БТА) может рассматриваться как первая линия лечения хронической сиалореи при БП. В нашей работе из 89 пациентов с БП – 54 (49,4%) имели сиалорею, из них 19 больных (35,1%) были направлены на проведение ботулинотерапии. В дальнейшем на повторный курс через 3 месяца обратились 18 (95%) больных, на третий курс инъекций обратились 9 пациентов (47%). Хотя мы целенаправленно не изучали приверженность к БТА у пациентов данной группы, тем не менее, 18 (95%) больных вернулись на повторный цикл инъекций, что косвенно может свидетельствовать об эффективности терапии.

Выводы. Сиалорея при БП остается недостаточно распознаваемой врачами и пациентами. Важно повышать осведомленность о вариантах лечения сиалореи для успешной помощи больным с БП.

НОВЫЙ СПОСОБ ЛЕЧЕНИЯ ФАРМАКОРЕЗИСТЕНТНОЙ ПОСТГЕРПЕТИЧЕСКОЙ НЕВРАЛГИИ

В.В. Хиновкер[1,2], А.О. Добросмыслова[1]

[1]ФГБУ ФСНКЦ ФМБА России, г. Красноярск, РФ
[2]КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск, РФ

Введение. В современной медицинской практике все чаще встречаются случаи осложнений после перенесенной герпетической инфекции в виде хронической постгерпетической невралгии – серьезного осложнения, возникающего при реактивации вируса простого герпеса 3 типа (Varicella Zoster). Статистические данные показывают тревожную тенденцию: среди пациентов старше 60 лет ежегодно регистрируется 7-11 случаев заболевания на каждые 10000 человек.

Различия в подходах к диагностике между российской и международной медицинской практикой. Зарубежные специалисты классифицируют невралгию как хроническую по истечении трех месяцев, отечественные клинические рекомендации устанавливают этот срок в четыре месяца от начала заболевания. Это расхождение создает определенные сложности при сравнительном анализе статистических данных разных стран. Ключевыми

предрасполагающими факторами выступают преклонный возраст пациентов и различные состояния, связанные с ослаблением иммунной системы. К таким состояниям относятся не только ВИЧ-инфекция, но и последствия трансплантации костного мозга, длительная терапия глюкокортикостероидами, а также различные аутоиммунные заболевания.

Современный терапевтический подход предполагает поэтапное лечение. Первоначально назначаются препараты из группы антиконвульсантов, среди которых наиболее эффективными считаются габапентин и прегабалин. При недостаточном терапевтическом эффекте схема лечения дополняется трициклическими антидепрессантами, СИОЗСН. Параллельно с системной терапией активно применяются местные средства лечения, включающие различные формы: пластыри с капсаицином и лидокаином, мази и крема.

В современной медицинской практике проблема лечения постгерпетической невралгии остается одной из наиболее сложных задач для практикующих врачей. Традиционные методы терапии не всегда демонстрируют желаемую эффективность, что обусловливает необходимость разработки инновационных подходов к лечению данного заболевания. Ситуация осложняется тем, что значительную часть пациентов составляют люди пожилого возраста с множественными сопутствующими заболеваниями, что существенно ограничивает возможности медикаментозной терапии и затрудняет подбор оптимальных дозировок препаратов.

В связи с этим научное сообщество активно исследует альтернативные методы лечения, среди которых особый интерес представляет применение инертных газов в медицинских целях.

Цель исследования: оценка терапевтического потенциала подкожного введения ксенона при лечении хронической постгерпетической невралгии.

Материалы и методы исследования. Проспективное исследование проводилось на базе ФСНКЦ ФМБА России и кабинета лечения боли ФСНКЦ ФМБА России. В исследовании принимало участие 30 пациентов в возрасте от 45-81 года с клиникой хронической постгерпетической невралгии.

Критерии оценки: ЦРШ, Dn4, краткий опросник МакГилла, PainDetect. В качестве основного терапевтического агента применялся высокоочищенный медицинский ксенон (КсеМед) с чистотой 99,99%. Протокол лечения предусматривал пятидневный курс инъекций с интервалом в один день. Начальная доза составляла 3 мл/кг массы тела пациента, с последующей коррекцией до 2-3 мл/кг в зависимости от индивидуальной реакции организма.

Инъекции выполнялись строго в области пораженных дерматомов с учетом локализации максимального болевого синдрома. Мониторинг состояния пациентов осуществлялся непрерывно: перед каждой процедурой проводилось анкетирование, а в начале и по завершении исследования выполнялся расширенный лабораторный контроль, включающий общий и биохимический анализ крови.

Результаты и обсуждение. Статистическая обработка данных с применением современных методов кластерного анализа позволила выявить четкую дифференциацию между состоянием пациентов до и после терапевтического вмешательства. При использовании бикластерной модели распределения результатов было установлено, что подавляющее большинство пациентов (90%) до начала лечения концентрировались в первом кластере, в то время как после терапии в нем осталось лишь 14% исследуемых.

Особенно показательным стало наполнение второго кластера, куда после проведенного лечения переместилось 86% пациентов, тогда как изначально там находилось только 10% обследуемых. Применение метода k-средних продемонстрировало высокую точность кластеризации, что убедительно подтверждает терапевтическую эффективность ксенонотерапии.

В ходе клинического исследования были получены обнадеживающие результаты применения новой терапевтической методики. У значительной части исследуемой группы наблюдалось существенное снижение болевого синдрома. Примечательно, что анальгезирующий эффект демонстрировал стабильность на протяжении всего периода мониторинга, составившего 6 недель. Промежуточные результаты показали отсутствие серьезных побочных эффектов и осложнений, а также высокую безопасность у пациентов различных возрастных групп.

Заключение. Метод показал особую результативность в случаях резистентности к стандартной фармакотерапии при хронической постгерпетической невралгии. На основании проведенного исследования данная методика может быть рекомендована как альтернативный способ лечения для пациентов с устойчивостью к традиционным схемам терапии. Дальнейшие исследования позволят расширить показания к применению метода и оптимизировать протоколы лечения для различных групп пациентов.

ПОИСК МЕТОДОВ АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЫДЕЛЕНИЯ ЭЭГ-ОТВЕДЕНИЙ И ПАТТЕРНОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ, НАИБОЛЕЕ ИНФОРМАТИВНЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВООБРАЖАЕМЫХ ДВИЖЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИНТЕРФЕЙСОМ МОЗГ-КОМПЬЮТЕР В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ

И.Е. Якушев, В.А. Орлова, П.Д. Бобров

РНИМУ им. Н.И. Пирогова, г. Москва, РФ

Введение. ИМК (интерфейс мозг-компьютер) представляет собой систему, позволяющую считывать, интерпретировать и преобразовывать сигналы мозга в команды для управления внешними устройствами. Исследования в области ИМК обладают высокой актуальностью, что обусловлено востребованностью в разработке эффективных и надёжных медицинских систем, способных значительно улучшать качество жизни людей с неврологическими нарушениями, а также расширять их возможности взаимодействия с окружающей средой посредством современных цифровых технологий [1].

Цель: применение методов классификации сигналов многоканальной ЭЭГ с использованием подходов машинного обучения для точной интерпретации намерения совершения движения.

Материалы и методы. В исследовании принимало участие 20 человек со средним возрастом 24 года. Экспериментальная часть была проведена в отделе нейрокомпьютерных интерфейсов инжинирингового центра РНИМУ им. Н.И. Пирогова при участии сотрудников Института клинической психологии и социальной работы. Во время каждой сессии управления ИМК испытуемые находились в кресле с установленными экзоскелетами для рук, напротив кресла располагался экран монитора. На экране отображалась круглая метка для фиксации взгляда, окружённая тремя стрелками. Изменение цвета стрелок служило командой для выполнения ментальной задачи – кинестетического представления раскрытия кисти левой или правой руки. После нескольких циклов представлений таких задач классификатор ИМК

проходил процесс обучения, а затем на экране предоставлялась обратная связь: при успешном распознавании представленного движения метка меняла цвет, а экзоскелет выполнял раскрытие кисти. Компьютерная обработка сигналов была реализована с использованием языка программирования Python. Для предобработки данных ЭЭГ применялись метод межквартильного размаха (для устранения выбросов) и фильтр Баттерворта с полосой пропускания 5-30 Гц. Вектор признаков формировался методом FBCSP (Filter Bank Common Spatial Patterns – общие пространственные паттерны с банком полосовых фильтров) [3]. Для этого многоканальный сигнал ЭЭГ разбивался на сегменты фиксированной длины (окна), к которым последовательно применялись полосовые фильтры для выделения нескольких частотных диапазонов (5-8 Гц, 8-12 Гц, 12-16 Гц, 16-20 Гц, 20-30 Гц). На каждом из этих диапазонов выполнялся метод CSP (Common Spatial Patterns – общие пространственные паттерны) [3], что позволило выделить фильтры, максимально различающие два (или более) класса по их пространственно-частотным характеристикам. Итоговый вектор признаков формировался путём объединения признаков, извлечённых из всех частотных полос. Для классификации полученных признаков были протестированы следующие методы: классический LDA (Linear Discriminant Analysis – линейный дискриминантный анализ) [2], sLDA (shrinkage Linear Discriminant Analysis – регуляризованный линейный дискриминантный анализ) [3], QDA (Quadratic Discriminant Analysis – квадратичный дискриминантный анализ) [3], Random Forest (метод случайного леса) и CatBoost (метод градиентного бустинга). Эффективность работы классификаторов оценивалась с использованием метрик Recall и Каппа Коэна. Для статистической проверки значимости различий метрик между классификаторами применялся непараметрический критерий знаковых рангов Уилкоксона для связанных выборок.

Результаты. По итогам проведённого анализа различных методов классификации наилучшие показатели продемонстрировал классификатор sLDA (таблица 1). Статистический анализ выявил значимые отличия метрик классификатора sLDA по сравнению со встроенным (онлайн) методом классификации, основанным на SVM (Support Vector Machine – метод опорных векторов). Значение p-value составило 0,0005 при уровне значимости α=0,05, что свидетельствует о статистически обоснованном превосходстве sLDA.

Таблица 1 – Усредненные метрики по классификаторам

Классификатор	Метрики	
	Recall	Каппа Коэна
QDA	0,6963	0,5832
CatBoost	0,7519	0,6528
Random Forest	0,7577	0,6637
LDA	0,7754	0,6738
sLDA	0,7848	0,7847
Онлайн классификатор (SVM)	0,7091	0,5803

Заключение. Комбинация метода FBCSP и классификатора sLDA показала лучшие результаты в задаче распознавания воображаемых движений по сигналам ЭЭГ. Такой подход обеспечивает стабильность и высокую точность классификации, превосходя по эффективности другие протестированные в данной работе методы. Анализ результатов подтвердил статистически значимые отличия в метриках производительности классификаторов, что указывает на целесообразность использования сочетания FBCSP и sLDA в задачах моторного воображения, где требуется надёжный и точный анализ сигналов ЭЭГ.

Список использованных источников:

1. Hramov, A. E. Physical principles of brain–computer interfaces and their applications for rehabilitation, robotics and control of human brain states / A. E. Hramov, V. A. Maksimenko, A. N. Pisarchik // Physics Reports. – 2021. – Vol. 918. – P. 1-133.
2. Fabien Lotte, Marco Congedo, Anatole Lécuyer, Fabrice Lamarche, Bruno Arnaldi. A review of classification algorithms for EEG-based brain–computer interfaces. Journal of Neural Engineering,2007, 4, pp.24.
3. Fabien Lotte, Laurent Bougrain, Andrzej Cichocki, Maureen Clerc, Marco Congedo, et al.. A Review of Classification Algorithms for EEG-based Brain-Computer Interfaces: A 10-year Update. Journal of Neural Engineering, IOP Publishing, 2018, 15 (3), pp.55.

ВЛИЯНИЕ НАРКОЗА НА ПОРОГ АКУСТИЧЕСКОГО РЕФЛЕКСА

С.В. Дроздов, С.П. Драган, Н.А. Богданенко

ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, г. Москва, РФ

При проведении испытаний специальных средств нелетального действия (ССНД) персонал подвергается воздействию взрывной ударной волны [1]. Для обеспечения безопасных условий труда, персонал необходимо размещать в зоне безопасности. Однако, в настоящее время процесс нормирования импульсных шумов, обусловленных взрывными явлениями, не завершен. Это особенно актуально при хронических воздействиях слабых ударных и дульных волн, воздействующих на персонал в ходе проведения испытаний вновь создаваемых ССНД, учений и эксплуатации. Четких рекомендаций по безопасным уровням ударной волны, учитывающих их разнообразные амплитудно-частотные характеристики нет. В связи с чем, безопасные условия труда определяются по регистрируемым физиологическим показателям состояния организма. В частотности, для оценки влияния высокоинтенсивного импульсного шума на персонал, проводящий испытания ССНД, используется метод регистрации порога акустического рефлекса (АР). При вредных уровнях импульсного звука, порог АР увеличивается, т.е. снижается защитная функция органа слуха. В связи с этим, для установления безопасных уровней воздействиях слабых ударных и дульных волн, с учетом разнообразных амплитудно-частотных характеристик, целесообразно провести исследование по увеличению порога АР на биологических моделях – экспериментальных животных (кроликах), с последующей экстраполяцией данных с животных на человека.

С этой целью нами разработан метод и изготовлено устройство для регистрации порога АР у кроликов [2-4], см. рис. 1. Порог АР определяется по результатам импедансометрических измерений наружного слухового прохода (НСП). С этой целью НСП герметично, за счет мягкого вкладыша и гибкой трубки, стыкуется с акустическим волноводом. В волноводе формируется полигармонический сигнал в диапазоне частот от 250 до 400 Гц. Двумя микрофонами, установленными на определенном расстоянии в волноводе, измеряются уровни звукового давления (УЗД) и разности фаз на каждой частоте полигармонического сигнала. По этим данным рассчитываются

импедансометрические характеристики НСП, включая резонансную частоту, которая находится в исследуемом диапазоне. При повышении уровня звука стимулирующего сигнала от 76 до 104 дБ (осуществляется ступенчато) включаются стременная или барабанная мышца, управляющие натяжением барабанной перепонки (БП). В качестве стимулирующего звука используется гармонический сигнал на частоте 1 кГц. При изменении натяжения БП изменяется резонансная частота НСП, что свидетельствует о проявлении АР.

Рисунок 1 – Устройство для измерения порога АР у кроликов

Порог АР регистрируется на том уровне стимулирующего сигнала, на котором происходит изменение резонансной частоты НСП. Далее рассчитывается средне групповая вероятность порога АР в диапазоне уровней до 90 дБ и выше. В норме порог АР регистрируется в диапазоне УЗД до 90 дБ.

В соответствии с требованиями этического обращения с животными, перед проведением экспериментальных исследований животных необходимо анестезировать. В качестве наркотизирующего препарата выступал диэтиловый эфир. Поэтому необходимо определить влияние наркоза на вероятность проявления АР. Сравнивались результаты измерений у животных, не подвергнутых наркозу (фон) и после наркотизации. Ниже в таблице 1

представлены результаты регистрации порога АР у групп животных с наркозом и без.

В таблице указано количество измерений, а также приведены вероятностные распределения порога АР для группы «норма». В связи с тем, что рефлекс проявляется как при увеличении, так и при уменьшении резонансной частоты (в зависимости от работы стременной или барабанной мышцы), в последних столбцах приведены данные о вероятности порога АР с процентным соотношением увеличения или уменьшения резонансной частоты.

Таблица 1 – Вероятность порога АР в зависимости от наличия или отсутствия наркоза

Наличие /отсутствие наркоза	Кол-во измерений	Порог АР 75-90 дБ	Снижение частоты	Увеличение частоты
Фон (без наркоза)	70	84,3%	21,4%	68,6%
Наркоз	39	30,8%	23,1%	12,8%
1 сут	20	60,0%	20,0%	45,0%

В группе животных проведено 70 измерения на левом и правом ухе. Вероятность порога АР при фоновых измерения (70 измерения без наркоза) составила 84,3%. При этом увеличение частоты (работа стременной мышцы) зарегистрировано в 68,6%, а снижение частоты (потеря упругости или работа барабанной мышцы) в 21,4%. После введения наркоза, в течение 3 часов вероятность порога АР снизилась до 30,8%, в основном за счет того, что перестала работать стременная мышца, к первым суткам количество животных с АР повысилось до 60% за счет увеличения числа животных, у которых работает стременная мышца.

Таким образом, для выявления порога АР, с целью установления безопасных уровней воздействия животных наркотизировать нецелесообразно.

Список использованных источников:

1. Обоснование предельно допустимых уровней звукового давления импульсного акустического воздействия для обеспечения условий безопасности обслуживающего персонала при испытаниях специальных средств / С. П. Драган, О. А. Григорьев, Г. Г. Ерофеев [и др.] // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. – 2014. – № 11-12(77-78). – С. 98-103. – EDN TEBVGD.

2. Драган С.П., Оленина И.В., Богомолов А.В. Критерии диагностики состояния органа слуха по результатам исследования акустического рефлекса // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, №3. – С. 247-251
3. Драган С.П., Веселовский И.А., Ивашин В.А., Лукьянова С.Н., Ковалев Р.К. Методический подход к объективизации определения порога слуха при скрининговых медицинских обследованиях // Безопасность жизнедеятельности. – 2024. – 11. – С. 23- 30.
4. Экспериментальное исследование проявлений акустического рефлекса при контралатеральной звуковой стимуляции / С. П. Драган, А. В. Богомолов, А. Д. Котляр-Шапиров, Е. А. Кондратьева // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 468, № 6. – С. 705. – DOI 10.7868/S0869565216180250. – EDN WAMFBJ.