

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



150 лет со дня рождения
академика А. А. Ухтомского

Всероссийская научная конференция

ИМПЕРАТИВ АКАДЕМИКА
А. А. УХТОМСКОГО —
МОЗГ И ЕГО САМОПОЗНАНИЕ

Сборник тезисов и материалов конференции 15-
18 апреля 2025 года

Санкт-Петербург
2025

УДК 612.821.2; 612.821.3
ББК 28.706.991.77
В85

*Издано при финансовой поддержке
Федерального Государственного Бюджетного Учреждения
«Санкт-Петербургское отделение Российской Академии Наук»*



В85 Всероссийская научная конференция «Императив академика А. А. Ухтомского — мозг и его самопознание». Тезисы докладов и материалы. Санкт-Петербург, 15–18 апреля 2025 г. — СПб.: СПбГУПТД. — 196 с.

ISBN 978-5-7937-2736-5

УДК 612.821.2; 612.821.3
ББК 28.706.991.77

ISBN 978-5-7937-2736-5

© Санкт-Петербургский
государственный университет, 2025 г.
© СПбГУПТД, 2025

Санкт-Петербургский государственный университет
Российская академия наук

ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН

Институт когнитивных исследований СПбГУ

Отделение физиологических наук РАН

Санкт-Петербургское отделение РАН

Физиологическое общество им. И. П. Павлова

Санкт-Петербургское отделение физиологического общества им. И. П. Павлова

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

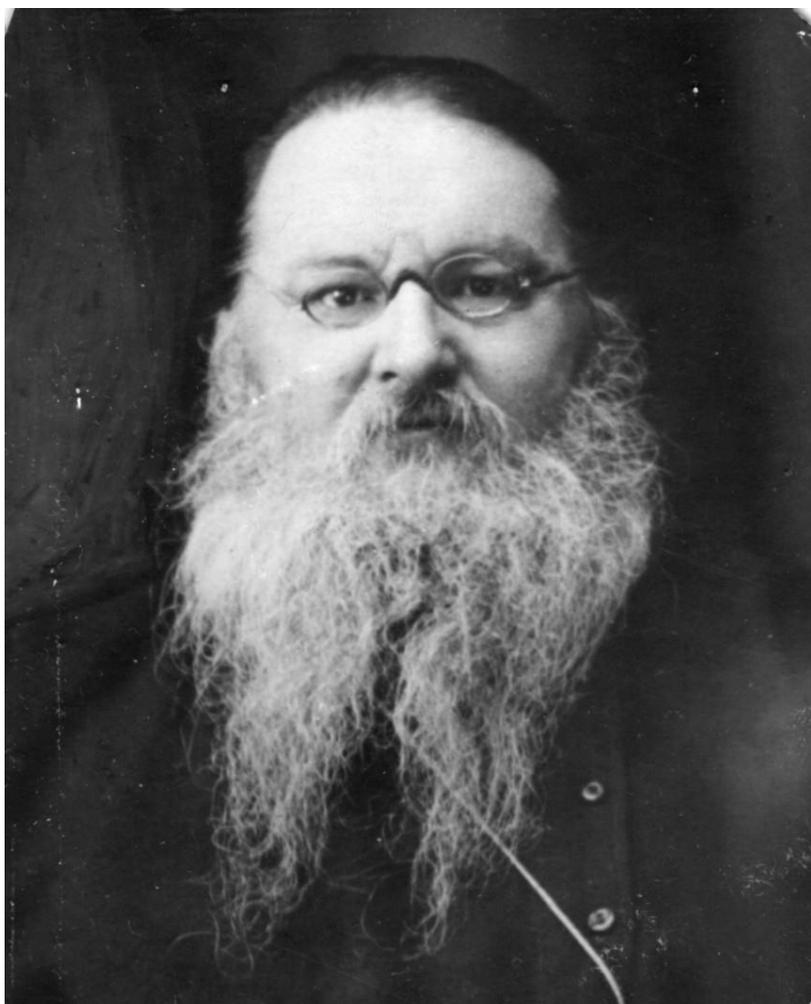
Академик РАН **К. В. Анохин**, академик РАО **Ю. И. Александров**,
дбн, проф. **А. А. Александров**, академик РАН **П. М. Балабан**,
чл.-корр. РАН **Ю. П. Герасименко**, дмн **М. Д. Дидур**,
дбн **Н. А. Дюжикова** (со-председатель), дпсн, проф. **И. В. Королева**,
дбн **М. В. Киреев**, дбн **И. И. Кривой**, дбн, проф. **Е. В. Лопатина**,
дбн, проф. **А. Г. Марков** (со-председатель), академик РАН **С. В. Медведев**,
академик РАН **М. А. Островский**, дбн, проф. РАН **Е. А. Рыбникова**,
дбн **Л. В. Соколова**, кбн **А. А. Федорова** (ответственный секретарь),
чл.-корр. РАН **М. Л. Фирсов**,
академик РАО **Т. В. Черниговская** (со-председатель),
дмн, проф. **Ю. Е. Шелепин**, кбн **Н. Г. Шеремета**

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

кбн **Л. А. Астахова**, дбн **А. Б. Вольнова**, дбн **В. В. Кравцова**,
дмн, проф. **Ю. Д. Кропотов**, дбн **О. А. Любашина**,
дбн, проф. **Е. Е. Ляксо**, кбн **Е. А. Огородникова**,
дмн, проф. **Ю. И. Поляков**, дбн, проф. РАН **В. В. Раевский**,
дмн **И. М. Суханов**, дбн **Е. И. Тюлькова**, кбн **Е. А. Петропавловская**

ЛОКАЛЬНЫЙ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

А. Е. Бикмурзина, кбн Е. Ю. Быстрова, Д. Д. Ганке, К. А. Дворникова,
И. Г. Исаева, Е. С. Каретникова, Е. А. Калашников, кбн Н. М. Круглова,
О. Н. Платонова, И. А. Разговорова, кбн И. В. Рыжова, кбн Т. В. Тобиас



1875–1942

Вн. Алексей Углицкий

ТЕЗИСЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ИЗУЧЕНИЕ МОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ МЫШЕЙ MDX НА ФОНЕ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПОЛИПИДЕМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Анна П. Абрамова¹, Мария Г. Соколова^{2,3}, Юрий И. Поляков^{1,4,5}

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова, Россия

³Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Россия

⁴Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Россия

⁵Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова, Россия

anyutka30_94@mail.ru

Мышечная дистрофия Дюшенна — наиболее распространенное наследственное нервно-мышечное заболевание. Данная патология приводит к мышечной слабости, к потере способности к ходьбе, и передвижению, нарушению дыхания и кардиомиопатии и в конечном счете к летальному исходу. Цель. Изучение моторной активности у мышей mdx, получающих гипополипидемическую терапию. Проведено исследование на 15 самцах мышей mdx в возрасте 3 месяцев, которые в течение 3 месяцев получали ежедневно с питанием гипополипидемическую терапию в виде препарата аторвастатина в дозе 20 мг/кг. Контрольная группа 15 самцов мышей mdx, не получавших терапию. Проводилось измерение массы тела животных и оценка скорости подъема по наклонной поверхности. Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета STATISTICA 8.0. На старте исследования масса тела mdx мышей в группе, получавших препарат, и в контрольной группе статистически не различалась. По данным измерений массы тела в контрольных точках установлено, что в группе мышей mdx, получавших препарат аторвастатин, масса тела увеличилась в последней контрольной точке в среднем на 2,1 г. В контрольной группе масса тела мышей mdx в последней контрольной точке снизилась в среднем на 3,4 г. На старте исследования значимой разницы между группами по скорости подъема по наклонной поверхности не выявлено ($p = 0,3$). На 12 неделе скорость подъема по наклонной поверхности в группе мышей mdx, получавших терапию аторвастатином, не имеет статистически значимые различия в сравнении с группой контроля ($p = 0,07$). На фоне гипополипидемической терапии наблюдалась тенденция к сохранению и росту массы тела у mdx мышей. Значимой разницы в сравнении с группой контроля в моторных функциях (координация, скорость) mdx мышей по результатам исследования не установлено.

ПРЕНАТАЛЬНЫЙ СТРЕСС КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ПОСТСТРЕССОРНЫХ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНЫХ СОСТОЯНИЙ У САМОК КРЫС

Виктория К. Акулова, Светлана Г. Пивина, Наталья Э. Ордян

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

vika-bio@yandex.ru

Согласно литературным данным, вероятность развития постстрессорных тревожно-депрессивных расстройств у женщин выше, чем у мужчин. Однако нейробиологические механизмы таких гендерных различий изучены недостаточно. С этой целью используют модели стрессового воздействия на животных, например, модель травматического стресса с последующим рестрессом (парадигма «стресс-рестресс»). В большинстве работ такие исследования выполнены только на самцах крыс. Воздействие стрессора инициирует сложный набор нейроэндокринных и поведенческих реакций, которые подготавливают организм к преодолению стресса. Хотя запуск стрессовых реакций, как правило, носит адаптивный характер, их постоянная или чрезмерная активация связана с патофизиологией ряда психиатрических расстройств. Также полагают, что специфический профиль активности гипоталамо-адренкортикальной системы (ГАС), присущий индивидууму, может выступать в качестве фактора риска развития психопатологий. Цель исследования состояла в анализе особенностей развития постстрессорных тревожно-депрессивных состояний у пренатально стрессированных (ПС) самок крыс, характеризующихся повышенной стрессовой реакцией ГАС. Половозрелых самок, родившихся от интактных или стрессированных в последнюю треть беременности матерей, подвергали травматическому стрессу, состоящему из 2 ч иммобилизации, 20 мин плавания и эфирного стресса. Триггером для развития патологического состояния являлся рестресс, заключающийся в экспозиции 30 мин иммобилизации на 7 суток. На 1, 10 и 30 сутки после рестресса из каждой группы часть животных декапитировали, собирали туловищную кровь, в которой определяли стрессорный и базальный уровни кортикостерона, методом ИФА. В качестве поведенческих тестов использовали тесты «приподнятый крестообразный лабиринт» для определения уровня тревожности и тест «вынужденное плавание» для выявления депрессивно-подобного состояния. Обнаружено, что в парадигме «стресс-рестресс» самки крыс формируют устойчивое патологическое состояние, которое проявляется в виде повышенной тревожности и наличия патологического торможения

стрессорной активности ГАС. При этом у ПС животных проявления пост-стрессовой поведенческой и гормональной патологии были более глубокие и длительные, чем у контрольных крыс. Сделано заключение, что повышенная стрессовая реактивность ГАС, присущая ПС самкам, является фактором риска развития постстрессорных тревожно-депрессивных состояний.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ СТАРЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ: НАРУШЕНИЯ ГЛУТАМАТЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГИППОКАМПА

Екатерина П. Александрова¹, Елена В. Черниговская¹, Мария А. Горбатенкова²

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Институт биомедицинских систем и биотехнологий, Высшая школа биотехнических систем и технологий

alyx-katich@mail.ru

Одной из актуальных моделей эпилептических состояний являются крысы линии Крушинского-Молодкиной (КМ), демонстрирующие припадок в ответ на звуковую стимуляцию. При повторных стимуляциях в результате процесса, называемого киндлингом, эпилептиформная активность захватывает лимбическую систему. У крыс линии КМ судорожная активность изначально локализована в стволовых структурах мозга и проявляется на 3 месяц развития. Однако ранее мы показали, что нарушения в гиппокампе появляются у наивных крыс линии КМ уже в раннем постнатальном развитии, в частности, наблюдается активация глутаматергических нейронов гиппокампа. Целью нашего исследования было проанализировать изменения в глутаматергической системе гиппокампа молодых и старых крыс линии КМ. Для этого в качестве модели использовали крыс КМ, наивных и у которых в результате длительного киндлинга развивалась височная эпилепсия. Были исследованы крысы в возрасте 4 (молодые) и 18 месяцев (старые). В качестве контроля были использованы наивные крысы линии КМ или крысы родительской линии Wistar. Киндлинг у молодых животных приводил к значительным морфологическим изменениям и активации нейронов гиппокампа и к повышению продукции, выбросу и рецепции глутамата. Активация глутаматергических нейронов носила хронический

характер. Процессы нормального и патологического старения мозга сопряжены с нарушениями работы глутаматергической системы. В гиппокампе наивных крыс линии КМ, больных рефлекторной эпилепсией, при старении наблюдалась активация глутаматергической передачи по сравнению со старыми крысами линии Wistar. При изучении взаимосвязи процессов старения и развития височной эпилепсии у 18-месячных животных спустя сутки после киндлинга не наблюдалось нарушений, характерных для молодых животных. Напротив, содержание глутаминазы, транспортеров глутамата VGLUT1,2 и субъединиц рецепторов AMPA снижалось через сутки после киндлинга. С другой стороны, у состарившихся крыс со сформированной височной эпилепсией через 7 месяцев после окончания киндлинга повышались уровни рецепторов AMPA, а также mGluR5, но снижались уровни VGLUT1,2 и mGluR1. Снижение активности глутаматергической системы в старости может быть причиной приобретения части старых крыс КМ устойчивости к стимуляции в процессе киндлинга. При этом, хронические нарушения при старении могут объяснять более быстрое развитие тяжелых посттонических судорог у старых крыс, свидетельствующее о раннем вовлечении гиппокампа.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант № 075-00263-25–00

ЦВЕТОКОДИРУЮЩИЕ ГАНГЛИОЗНЫЕ КЛЕТКИ В РЕТИНОТЕКТАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ РЫБ

Алексей Т. Алипер

Институт проблем передачи информации им. А. А. Харкевича Российской академии наук
outtaget@gmail.com

Каждый тип ганглиозных клеток (ГК), проецирующих свои аксоны в tectum opticum (ТО) серебряного карася, обладает своим собственным профилем цветокодирования. И каждый тип ГК связан с тремя типами колбочек — длинноволновыми (L), средневолновыми (M) и коротковолновыми (S). Однако, наиболее изученные типы ГК неспособны к цветоразличению [1]. При этом хорошо известно, что рыбы обладают прекрасным цветным зрением и способны различать цвета в поведенческих экспериментах [2, 3]. То есть, на определенном уровне зрительных структур должны присутствовать элементы, обладающие цветоопponentными свойствами.

Мы проводили экстраклеточную регистрацию активности одиночных окончаний аксонов ГК, проецирующихся в ТО серебряного карася. Параметры предъявляемых на мониторе стимулов задавались программно при помощи ПО, разработанного специально для наших исследований. Для исследования цветовых свойств ГК мы использовали рассчитанные цвета, стимулирующие колбочки селективно [1]. Исследование проводилось на элементах с фоновой активностью (ЭФА), формирующих самый глубокий горизонт ретинореципиентного слоя ТО [4]. ЭФА подразделяются на ON и OFF типы. Они отвечают длящимся импульсным разрядом на ахроматические стимулы предпочитаемого знака контраста. Свойство, отличающее ЭФА от прочих ретинальных элементов, состоит в том, что они реагируют на стимуляцию периферии рецептивного поля (РП), при этом периферия оппонента центру. Мы провели серию опытов по селективной цветной стимуляцией ЭФА на 98 элементах OFF-типа и 41 элементе ON-типа. OFF-тип представлен тремя группами клеток с разными профилями цветокодирования. Группы 1 и 2 цветооппонентные — R/G и R/B. ЭФА ON-типа представляются однородной группой цветооппонентных R/G клеток. У цветооппонентных ЭФА наблюдаются различные взаимодействия цветовых каналов в центре РП, а также все демонстрируют полную оппонентность между центром и периферией РП. Третья группа OFF-элементов по всей видимости не участвует в цветоразличении. Наличие нескольких типов дважды цветооппонентных клеток свидетельствует о том, что ТО участвует в цветоразличении у рыб.

1. Maximov et al. *J Integr Neurosci*. 2014.
2. Neumeier. *J Compar Physiol*. 1992.
3. Escobar-Camacho et al. *J Exp Biol*. 2017.
4. Aliper et al. *Fish Physiol Biochem*. 2019.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА ПРЕДШЕСТВОВАНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕПОДВИЖНЫХ И ДВИЖУЩИХСЯ ЗВУКОВЫХ ОБРАЗОВ

Ирина Г. Андреева, Владимир М. Ситдииков

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

ig-andreeva@mail.ru

Исследования восприятия движущихся источников звука выполняют при использовании моделей — звуковых образов (ЗО). Их создание основано на принципах бинаурального слуха и временных механизмах слухового анализа. Для формирования движения применяют два основных методических подхода — в условиях свободного слушания и при дихотической подаче звука. Последний подход имеет ряд ограничений: недостаточное пространственное разрешение; сложности с воспроизведением топографии пространства; отсутствие коррекции слухового пространства при движении головы афферентным потоком со стороны шейной проприоцепции. Поэтому создание виртуальной среды в условиях свободного поля или приближенных к ним оказывается предпочтительным [1]. Цель работы — создать методику, которая позволит оценить разрешающую способность пространственного слуха в условиях клиники. В основе создания ЗО лежал эффект предшествования. Положение ЗО изменяли уменьшением уровня интенсивности широкополосного шума с одного громкоговорителя и увеличением — с другого. Непрерывное движение обеспечивали подачей последовательности шумовых посылок с определенной скважностью, которая была подобрана в соответствии с суммационными характеристиками слуховой системы. Были сформированы траектории движения по азимутальной и радиальной координатам акустического пространства [2, 3]. Полученные ЗО применяли для оценки пространственной и временной разрешающей способности слуховой системы в норме и при симметричной хронической сенсоневральной тугоухости. Результаты, полученные при норме слуха, хорошо согласовались с данными, полученными другими методами [4]. Данные, полученные нами в группах пациентов с сенсоневральной тугоухостью [3], выявили лучшие показатели, чем в случае применения дихотической подачи ЗО [5].

1. Andreeva et al. *Neurosci. Behav. Phys.* 2024.
2. Гвоздева и др. *Рос. физиол. журн.* 2020.
3. Andreeva et al. *Hum. Phys.* 2020.

4. Sitdikov et al. Attention, Perception & Psychophysics. 2023.

5. Akeroyd et al. J. Acoust. Soc. Am. 2007.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант 075-00263-25-00

ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ У МАТЕРЕЙ С ПСИХИЧЕСКОЙ ТРАВМОЙ КАК ПРЕДИКТОР ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫХ РАССТРОЙСТВ У ПОТОМСТВА

Наталья К. Апраксина, Ирина О. Сучкова, Сергей Г. Цикунов, Евгений Л. Паткин, Наталья И. Дергачева, Полина А. Матвеевская, Маргарита Т. Абсалямова

ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины»

natalapraksina@mail.ru

В настоящее время показано, что витальный стресс оказывает влияние на психическое здоровье как особей, непосредственно переживших психотравмирующее событие, так и их потомства. Негативные эффекты травматического стресса, перенесенного до зачатия или во время беременности, или в раннем детском возрасте, могут иметь отсроченные во времени биологические последствия и проявиться только во взрослом возрасте в виде различных нарушений здоровья [1]. Цель исследования заключалась в оценке влияния витального стресса на эпигеномные изменения беременных самок крыс, переживших психическую травму, а также на психоэмоциональный статус их потомства. Все процедуры с животными выполнялись с соблюдением международных принципов и правил Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов. Эксперименты проводили на половозрелых самках крыс породы Wistar (7 мес). Группы: Контроль и «Витальный стресс» (n = 51). Психическую травму моделировали обстоятельствами переживания ситуации гибели сородича от действий хищника и угрозой собственной жизни [2]. Оценивали уровень полногеномного метилирования ДНК, степень компактизации хроматина в клетках костного мозга и лейкоцитах крови самок на разных сроках беременности. У потомства крыс проводили оценку формирования сенсорно-двигательных рефлексов, а также показателей поведения в тесте «Открытое поле». Выявлен нелинейный характер динамики эпигеномных изменений как в контроле, так и у самок после психогенной травмы

в зависимости от срока беременности, наблюдающиеся в течение 1–1,5 месяцев после перенесенной травмы и сохраняющиеся на протяжении всей беременности. Нарушение формирования сенсорно-двигательных рефлексов у потомства стрессированных крыс имело гендерный характер. Психоэмоциональный статус крысят от матерей с психогенной травмой отличался угнетением в двигательной сфере, а также снижением исследовательской активности и эмоциональной напряженностью в сравнении с контрольной группой. Таким образом, полученные результаты указывают на то, что эпигенетические изменения, выявленные во время беременности у самок крыс с психогенной травмой, могут служить предикторами психоневрологических расстройств у их потомства.

1. Moog et al. Biological Biol Psychiatry. 2016.

2. Цикунов и др. Бюл. эксперим. биологии и медицины. 2006.

цАМФ МОДУЛИРУЕТ ВЫКЛЮЧЕНИЕ ФОТООТВЕТА И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К СВЕТУ В ЗЕЛЕНО- И СИНЕЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КОЛБОЧКАХ РЫБ ДАНИО РЕРИО

Любовь А. Астахова, Дарья А. Николаева

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

lubkins@yandex.ru

Адаптация фоторецепторных клеток позвоночных — палочек и колбочек — к широкому диапазону уровня освещенности — возможна благодаря множественным петлям обратных связей в каскаде фототрансдукции. Некоторые из них, такие как кальциевые обратные связи, к настоящему времени хорошо изучены. Менее изученной является роль цАМФ в световой адаптации. Уровень цАМФ изменяется в сетчатке позвоночных животных в ходе циркадных ритмов, и такие суточные колебания могли бы оказывать влияние на подстройку каскада фототрансдукции не только в палочках, но и в колбочках, причем направление таких регуляций не обязательно должно быть в палочках и колбочках однонаправленным. Кроме того, можно было бы ожидать, что в колбочках разных спектральных типов такие опосредуемые цАМФ подстройки должны иметь одинаковый знак и выраженность. В настоящем докладе мы обсуждаем эффекты повышенного уровня цАМФ на сине- и зеленочувствительные колбочки рыб

данию рерио. Метод регистрации тока одиночных фоторецепторов при помощи всасывающей пипетки, адаптированный нами к одиночным колбочкам взрослых рыб данио рерио, позволил провести дифференциальный анализ повышения уровня цАМФ на работу каскада фототрансдукции сине- и зеленочувствительных колбочек. После фиксации наружного сегмента фоторецептора в пипетке спектральный тип колбочки определялся по спектрам чувствительности к синему, зеленому и красному световым стимулам. Для повышения внутриклеточного уровня цАМФ колбочки подвергались воздействию активатора аденилатциклазы — форсколина. Основные параметры работы каскада фототрансдукции — темновой ток, чувствительность к свету, скорость активации и выключения ненасыщенного фотоответа, время интегрирования ответа и скорость лимитирующего процесса выключения каскада — сравнивались в обычных условиях и после повышения уровня цАМФ. Эффекты форсколина на ответы сине- и зеленочувствительных колбочек оказались сходными. Форсколин приводил к замедлению выключения ответов без изменения скорости процессов активации. Повышение уровня цАМФ не влияло на темновой ток, но существенно замедляло лимитирующий процесс инактивации каскада, определяемого по насыщенным ответам. Таким образом, регуляторные влияния цАМФ в сине- и зеленочувствительных колбочках затрагивают, прежде всего, процессы выключения каскада фототрансдукции. Это хорошо согласуется с представлением о том, что цАМФ через протеникиназу А влияет на активность родопсинкиназы, включая колбочковые ее изоформы.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант РНФ № 24-25-00260

ФАНТОМНОЕ ДВИЖЕНИЕ ЗВУКОВЫХ ОБРАЗОВ КАК РЕЗУЛЬТАТ СЛУХОВОГО ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ У ПРАВШЕЙ И ЛЕВШЕЙ

Мария П. Баженова, Екатерина А. Петропавловская, Лидия Б. Шестопалова

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

marie.bazhen@mail.ru

Было исследовано восприятие правшами и левшами неподвижных слуховых стимулов, расположенных по средней линии головы, и влияние

на него статичного и динамичного слухового контекста. В эксперименте приняли участие 39 взрослых испытуемых с нормальным слухом (19 правшей и 20 левшей). Испытуемым через звукоизлучатели с ушными вкладышами предъявляли стимулы, состоящие из низкочастотного шума (от 100 до 1300 Гц). Положение и движение стимулов моделировалось с помощью изменения междушумной задержки (ΔT). В каждой серии содержалось 5 неподвижных центральных стимулов ($\Delta T = 0$) и по 45 стимулов в левой и правой половине субъективного слухового пространства, в 9 возможных положениях с каждой стороны. В разных сериях левые и правые звуковые стимулы имели разную длительность (100, 200 или 400 мс) и могли быть либо неподвижными, либо двигаться от центра к ушам или от ушей к центру. Тем самым были организованы два контекста: статичный и динамичный. Испытуемые показывали воспринимаемое положение неподвижных стимулов или точек начала и конца движения на схеме с помощью графического планшета. Неподвижные стимулы в сериях с движением испытуемый должен был указывать двумя касаниями в одну точку. Мы проанализировали восприятие неподвижных центральных стимулов ($\Delta T = 0$) в статичном и динамичном контексте. В статичном контексте испытуемые воспринимали центральные стимулы как расположенные в среднем на 1 градус левее средней линии головы, независимо от ведущей руки. В динамичном контексте в ответах на центральные стимулы начальные точки лежали левее, чем конечные, и левее чем ответы, полученные в статичном контексте. Это указывает на некоторое количество ответов, в которых испытуемым слышалось движение. Ответы, в которых отмеченная испытуемым траектория была больше 3 градусов, оценивались как движущиеся. Оказалось, что при предъявлении неподвижных стимулов в окружении движущихся испытуемые слышали фантомное движение примерно в 60 % проб. У левшей ответов с движением при длительности стимулов 100 и 200 мс было достоверно меньше, чем при длительности 400 мс. Длина воспринимаемых траекторий фантомного движения составляла в среднем около 29 градусов. Фантомное движение в 55 % случаев было направлено слева направо, что, возможно, связано с привычным направлением чтения и письма. Полученные результаты можно рассматривать как проявление слухового последствия, несмотря на отсутствие постоянного направления движения.

КОРРЕКЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО СТРЕССОВОГО РАССТРОЙСТВА ИНТЕРВАЛЬНЫМ ГИПОКСИЧЕСКИМ ПОСТКОНДИЦИОНИРОВАНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ АППАРАТА OXYTERRA

Ксения А. Баранова, Мария В. Осипова

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

ksentippa@mail.ru

Распространение острых и травматических стрессов провоцирует рост числа постстрессорных тревожно-депрессивных расстройств, разработка эффективных технологий лечения которых невозможна без исследований в моделях на животных. Цель данной работы состояла в экспериментальной оценке терапевтических эффектов гипоксического посткондиционирования с применением интервальной нормобарической гипоксии в модели посттравматического стрессового расстройства у крыс. Для моделирования ПТСР-подобной патологии использована парадигма «травматический стресс — рестресс», в которой тревожное состояние возникало в результате действия тяжелого угрожающего жизни стресса и напоминающего триггерного рестресса. Далее исследовали влияние трех режимов посткондиционирования на развитие модельного ПТСР: три 5-минутных эпизода гипоксии с 9 % кислорода, чередующихся с 15-минутными интервалами нормоксии (реоксигенации) в день в течение 3 дней после рестресса (гипоксия/нормоксия); три эпизода по 5 мин 9 % гипоксии, чередующихся с 3-минутными интервалами гипероксии с содержанием в смеси 30 % кислорода, в день в течение 3 дней (гипоксия/гипероксия); пять 5-минутных эпизодов 12 % гипоксии и 3-минутной 30 % O₂ гипероксии в день в течение 9 дней (гипоксия/гипероксия, удлиненный). Анализировали уровни стрессорного ориентировочно-исследовательского поведения, локомоторной активности и тревожности животных, функцию гипоталамо-гипофизарно-кортикальной системы с использованием теста на усиление быстрой отрицательной обратной связи, показатели общего анализа крови и уровни тиреоидных гормонов и тестостерона в крови. Стрессирование в модели ПТСР приводило к формированию у крыс тревожного состояния, проявлявшегося в снижении двигательной активности и уровней тиреоидных гормонов, значительном увеличении тревожности, нарушении регуляции гормональной системы и лейкоцитарной формулы крови. Согласно полученным результатам, все режимы нормобарического

посткондиционирования в той или иной степени оказывали корректирующее действие на проявление патологической симптоматики, однако по совокупности протективных и отсутствию побочных эффектов трехкратное посткондиционирование гипоксией/гипероксией превосходило другие режимы. Результаты свидетельствуют о перспективности посткондиционирования с применением интервальной нормобарической гипоксии/гипероксии для терапии тревожно-депрессивных расстройств у человека, включая ПТСР.

Исследование произведено при поддержке: «Средства федерального бюджета в рамках государственного задания ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант 1023032400236-8-3.1.4

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ ПЛОТНЫХ КОНТАКТОВ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ КРЫС В МОДЕЛИ ХРОНИЧЕСКОЙ НЕФРОПАТИИ

Анастасия Е. Бикмурзина

Санкт-Петербургский государственный университет

nastia.bikmurzina@yandex.ru

Значимым звеном в формировании гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) являются белки плотных контактов, включающие в себя трансмембранные белки семейства клаудинов. Среди последних важно выделить клаудин-3 и клаудин-5, снижающие парацеллюлярный транспорт. Классическая организация ГЭБ изменяется в циркумвентрикулярных органах головного мозга, например, в area postrema. Известно, что нарушение функционирования почек приводит к повышенной тревожности, депрессии, двигательным нарушениям, когнитивным расстройствам [1]. Моделирование хронической почечной недостаточности осуществлялось на самцах крыс Вистар (n = 16, 400–500 г) путем удаления 5/6 объема почечной ткани. В опытной группе № 1 забор материала происходил спустя 4 месяца после операции, а в группе № 2 — спустя 6 месяцев. Животным контрольной группы проводили ложную операцию без иссечения почек (n = 4). Исследование включало проведение иммуногистохимического анализа с использованием крысиных поликлональных первичных антител к клаудину-2, -3, -5, -12 и вторичных антител с флуоресцентной меткой. Для работы были взяты лобные доли и area postrema. Анализ уровня тревожности, общей двигательной

и исследовательской активности животных был проведен с применением тестов «Открытое поле» (ОП) и «Приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ). Животные группы № 1 демонстрировали увеличение двигательной активности в тесте ОП и времени нахождения в открытых рукавах в ПКЛ по сравнению с контролем. Крысы группы № 2 проводили больше времени в центре арены в тесте ОП и меньше в центре лабиринта по сравнению с контролем. Иммуногистохимический анализ выявил порообразующий белок клаудин-2 в нейронах ткани лобных долей мозга и вблизи area postrema всех групп животных. В эндотелии микрососудов лобных долей мозга контрольной и опытной групп животных были идентифицированы клаудин-3 и -5. Клаудин-12 не был обнаружен ни в одной из групп. В area postrema клаудины-3, -5, обнаружены только в группе № 1. Клаудин-12 был идентифицирован в области центрального канала. Изменение молекулярного состава ГЭБ в различных областях головного мозга у животных с хронической почечной недостаточностью может являться следствием повышения уремических токсинов в организме.

1. Levin et al. Lancet. 2017.

ДВОЙНАЯ ДИХОТОМИЯ ЗРИТЕЛЬНОГО МОЗГА, ПРЕФРОНТАЛЬНАЯ КОРА И ДОМИНАНТА

Елена В. Боброва

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук
eabobrovu@yandex.ru

Современные исследования дают основания считать, что создание и обновление «ментальной модели» окружающей среды при восприятии и организации действий [1] осуществляется мозгом по двум потокам — дорзальному и вентральному, которые функционируют по-разному в правом и левом полушарии [2]. Если концепция двойной дихотомии мозга была сформулирована В. Д. Глезером в 80-е гг. XX в. [3] для обработки зрительной информации в нижневисочной («Что?» — описание объекта) и заднетеменной («Где?» — описание положения объекта, «Как?» — каким образом можно организовать действие с объектом) коре, то современные исследования префронтальной коры (ПФК) дают основания для формирования представлений о роли подсистем дорзального и вентрального потока правого и левого полушария в формировании сценариев действий

и принятия решений о выборе старого или формирования нового сценария [4, 5]. Подсистема «Что?» ПФК левого полушария оценивает смыслы текущего состояния, а подсистема «Как?» ПФК определяет характер действия в зависимости от соответствия ситуации определенному правилу, обеспечивая возможность выбора соответствующего стереотипного поведенческого набора. В правом же полушарии подсистемой «Что?» ПФК обеспечивается подавление неуместных негативных эмоций и мыслей, возникающих при использовании сценариев, которые уже показали свою эффективность, а подсистема «Как?» ПФК дает возможность формирования новых поведенческих сценариев, активируясь при решении творческих задач, и определяет характер действия. Эти представления, по-видимому, описывают морфофизиологический субстрат принятия решений и формирования доминанты.

1. Mikulasch et al. Trends in Neurosciences. 2023.
2. Боброва Интегративная физиология. 2024.
3. Glezer. Lawrence Erlbaum Associates. 1995.
4. Cheng et al. Front Hum Neurosci. 2022.
5. Yi et al. Sci Rep. 2022.

Исследование произведено при поддержке: Поддержано средствами федерального бюджета в рамках государственного задания ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант № 1021062411782-5-3.1.8

МЕДИТАЦИЯ КАК СИЛЬНАЯ ДОМИНАНТА. АНАЛИЗ НЕГАТИВНОСТИ РАССОГЛАСОВАНИЯ И УРОВНЯ ДИСКОМФОРТА

Юлия А. Бойцова¹, Елена В. Кокурина², Святослав В. Медведев¹

¹Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

²Фонд имени академика Натальи Бехтеревой, Санкт-Петербург, Россия

boytsova.ihb@gmail.com

В исследованиях состояний сознания во время медитаций, противоречивость получаемых результатов многие авторы связывают с недостаточностью внедрения субъективных данных (опыта от первого лица) в нейрофизиологические исследования. В частности, предлагается [1, 2] учитывать такой субъективный фактор, как уровень дискомфорта. Ранее,

в исследовании с участием 115 монахов из буддийских тибетских монастырей Индии, мы показали, что амплитуда такого компонента связанных с событиями потенциалов, как Негативность Рассогласования (НР), снижается во время медитации по сравнению с контролем, что свидетельствует об уменьшении восприятия сенсорных стимулов и усилении отстраненности от внешнего мира во время медитации [3]. Мы также разработали структурированное интервью, позволяющее учитывать субъективные факторы, которые могли негативно влиять на испытуемых во время исследования (уровень дискомфорта) [4]. Оценка каждого из возможных отвлекающих факторов проводилась по 10 бальной шкале. На основе интервью было выделено 3 группы практикующих: с низким уровнем дискомфорта, 1–10 баллов (57 человек, возраст 41.6 ± 13.5); со средним уровнем дискомфорта, 11–20 баллов (27 человек, возраст 38.6 ± 9.4); с высоким уровнем дискомфорта, более 21 балла (10 человек, возраст 41.9 ± 11.3). Анализ амплитуды НР показал, что группы различаются во время медитации и в контроле. Максимальная амплитуда НР наблюдалась в группе со средним уровнем дискомфорта, минимальная амплитуда — в группе с высоким уровнем дискомфорта. Результаты свидетельствуют о том, что высокий уровень дискомфорта способствовал большей внутренней концентрации практиков и большей отстраненности от внешних стимулов. Это противоречие можно рассматривать в контексте учения о доминанте. Вероятно, отстраненность от внешнего мира у практикующих монахов, возникает как следствие формирования сильной доминанты медитации, которая тормозит и подпитывается более слабыми доминантами, связанными с отвлекающими факторами. Поскольку многие испытуемые отмечали, что им сложно находиться в позе для медитации и не медитировать, можно предположить, что в результате практики поза связывается с самим процессом медитации и рефлексивно активизирует соответствующую доминанту.

1. Thomas, Cohen. *Front Psychiatry*. 2014.
2. Piron. *Handbook of Assessment of Mindfulness Research*. 2022.
3. Medvedev et al. *Int J Psychophysiol*. 2022.
4. Медведев и др. Труды Института востоковедения РАН. 2020.

КОГНИТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ВРОЖДЕННОГО ПОВЕДЕНИЯ ПОДНЫРИВАНИЯ В ТЕСТЕ «ЭКСТРАПОЛЯЦИОННОЕ ИЗБАВЛЕНИЕ»

Нина А. Бондаренко

ООО «НПК Открытая наука», Россия

pochinok30@rambler.ru

Исторически, врожденное поведение определяется как поведение, универсальное для всех членов вида и проявляющееся даже у особей, впервые в жизни попавших в соответствующую ситуацию. Считается, что такое поведение осуществляется по схеме «стимул-реакция», аналогично «привычному» (стереотипному) оперантному поведению у избыточно обученных животных. Целенаправленное поведение осуществляется по схеме «реакция — результат». Для разграничения этих форм поведения используют два методических подхода: Деградация контингентности. Данная экспериментальная манипуляция нарушает предиктивную связь (корреляцию) между действием и его результатом или следствием. Устойчивая реакция, сохраняющаяся после завершения процедуры, указывает на отсутствие целенаправленного поведения. Обесценивание подкрепления: ослабление реакции после сочетания с отрицательным последствием. Настоящая работа посвящена выявлению целенаправленного компонента во врожденном поведении подныривания у взрослых самцов крыс линии Вистар, впервые в жизни попавших в воду. Для индукции поведения подныривания применяли установку теста «экстраполяционного избавление» (ТЭИ). Она состояла из двух компарментов: внешняя емкость (широкий бак с водой) и укрепленная в центре бака внутренняя емкость. Животных помещали во внутреннюю емкость, регистрируя латентный период избавления из нее путем подныривания под нижним, опущенным в воду краем. При обесценивании подкрепления, животных, покинувших внутреннюю емкость, оставляли плавать в баке. Контролем служили крысы, которые после выхода из емкости могли добраться до стенки бака и вылезти из воды по трапу. Для деградации контингентности использовали специальный вкладыш- «колокол», который мешал животному покинуть внутреннюю емкость после попытки подныривания и вынуждал его вернуться в исходное положение. В экспериментах использовали внутренние емкости разной формы: цилиндр (в ТЭИ-цилиндр), перевернутый доннышком вверх «стакан» (в ТЭИ-стакан), воронка (в ТЭИ-воронка). Из полученных данных следует, что поведение подныривания у крыс в ТЭИ-цилиндр

и ТЭИ-стакан являлось целенаправленным, а в ТЭИ-воронка — нет. Учитывая, что установки ТЭИ-цилиндр, ТЭИ-стакан и ТЭИ-воронка различались только геометрией внутренней емкости, можно предположить, что механизм когнитивного контроля врожденного поведения подныривания не требует предварительного обучения животных, а формируется уже на стадии обработки сенсорной информации.

КРАУДИНГ-ЭФФЕКТ И ОЦЕНКА РАЗМЕРА В ВЕРТИКАЛЬНО-ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ИЛЛЮЗИИ

Валерия М. Бондарко

Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН

ymbond@gmail.com

Проведено сопоставление данных по изучению механизмов краудинг-эффекта (ухудшение восприятия в присутствии близлежащих изображений — дистракторов) и оценки размера зрительных объектов. В психофизических экспериментах оценивали длину вертикальных или горизонтальных линий в условиях отсутствия или присутствия у них посередине перпендикулярных штрихов (иллюзия бисекции), а также в вертикально-горизонтальной иллюзии при различном расположении линий, меняющихся расстояниях между ними и разной длине линий. В краудинг-эффекте на пределе разрешения зрительной системы тестовые кольца Ландольта окружали четырем полосами, расположенными симметрично относительно колец. Менялось расстояние между кольцами Ландольта и полосами. Задача наблюдателя заключалась в определении ориентации колец (использовали четыре ориентации: верх, низ, право, лево). Все исследования выполнены на одних и тех же наблюдателях. Показано, что пороги различения длины только для вертикальных или горизонтальных линий без штрихов равные, но они оказались выше для линий со штрихами. Наблюдалось искажение в оценке размера в присутствии дополнительных штрихов, но оно было разнонаправленным у разных наблюдателей. Вертикально-горизонтальная иллюзия зависела от относительного расположения линий и расстояния между ними. Она была одинаковой в процентном отношении для линий разной длины на равных расстояниях относительно длин линий, т. е. инвариантной по отношению к размеру стимулов. Полученные данные свидетельствуют о проявлении

функционирования зрительной системы на относительно высоком уровне при возникновении вертикально-горизонтальной иллюзии и о влиянии на оценку размера дополнительных изображений. Результаты опровергают гипотезу о влиянии на вертикально-горизонтальную иллюзию иллюзии бисекции. В то же время показано соответствие полученных результатов в вертикально-горизонтальной иллюзии и краудинг-эффекте: величина иллюзии оказалась больше при сильнее выраженном различии в опознании колец Ландольта в вертикальной и горизонтальной ориентациях. Тем самым выявлено влияние физиологического астигматизма на вертикально-горизонтальную иллюзию. Кроме того, у наблюдателей с нормальной остротой зрения проявились существенные индивидуальные различия в вертикально-горизонтальной иллюзии. Результаты свидетельствуют о сложности описания механизма оценки размера, о функционировании как периферических, так и центральных и высших уровней зрительной системы при возникновении вертикально-горизонтальной иллюзии.

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ РИГИДНОСТЬ У КРЫС БЕЗ ДОФАМИНОВОГО ТРАНСПОРТЁРА

Алексей И. Борисов, Илья М. Суханов, Артем А. Савченко

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, Россия

Alexborisov13@gmail.com

Дофаминовая нейротрансдукция играет ключевую роль в регуляции разнообразных психических функций, а её нарушения сопровождают развитие множества нейропсихических расстройств. Дофаминовый транспортер (ДАТ) — одна из важнейших молекул в её регуляции. Крысы, нокаутные по гену ДАТ (ДАТ-КО), имеют выраженные двигательные и когнитивные нарушения, по-видимому, связанные с перманентной гипердофаминергией, однако вопрос о влиянии этой мутации на поведенческую гибкость изучен недостаточно. Цель исследования: изучить особенности гашения и восстановления оперантного поведения у ДАТ-КО крыс. Исследование выполнено на половозрелых самцах крыс из стока ДАТ-КО (нокауты (КО): n = 10; гетерозиготы (НТ): n = 9; «дикого типа» (WT): n = 7). Эксперимент проводили в камерах Скиннера. Крыс содержали индивидуально в клетках ТПН (Tecniplast, Италия), в режиме частичной пищевой депривации.

Животных обучали реакции нажатия на педаль за получение пищевого подкрепления в режиме «фиксированное соотношение» (ФС). После приобретения навыка крыс переводили на режим «возрастающее соотношение 3» (ВС3), при котором для получения каждого следующего подкрепления количество необходимых нажатий увеличивалось на 3 (3, 6, 9...). Такой режим (ВС3-выработка) использовали в течение 8 дней. Далее в течение 5 дней выполнение оперантных реакций не сопровождалось получением подкреплением (ВС3-угашение). После этого животные вновь возвращались к первому режиму (ВС3-восстановление) на 3 дня. Оцениваемый показатель — количество оперантных реакций, выполненных за экспериментальную сессию продолжительностью 120 мин Крысы с разным генетическим статусом не отличались по количеству оперантного респондирования во время ВС3-выработки. Однако ко второму дню в режиме ВС3-угашение количество оперантных реакций у НТ и WT статистически значимо ($p < 0,01$) снижалось относительно последнего дня ВС3-выработка, в то время как у КО ($P = 0,9$) снижения не наблюдалось. Аналогичным образом ко второму дню ВС3-восстановление количество нажатий на педаль относительно последнего дня ВС-гашения статистически значимо увеличивалось у НТ и WT ($p < 0,001$), но не у КО ($p = 0,28$). Таким образом, оперантное поведение у КО характеризуется ригидностью, а животные данного стока соответственно могут быть использованы в качестве модели импульсивного поведения для разработки новых способов фармакологической коррекции такого рода нарушений.

ИЗУЧЕНИЕ АДАПТИВНЫХ МОДИФИКАЦИЙ ПОВЕДЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ ДРОЗОФИЛЫ

Юлия В. Брагина¹, Анна А. Гончарова¹, Сергей А. Федотов², Наталья Г. Беседина¹

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Институт физиологии им. Л. А. Орбели Национальной академии наук Республики Армения, Армения

julia_bragina@infran.ru

Моделирование когнитивных процессов на простых нервных системах может послужить отправной точкой для понимания принципов работы мозга. Широкий поведенческий репертуар, появление доступных методов геномного редактирования и работы по созданию коннектома мозга

делают дрозифилу хорошей стартовой моделью для изучения механизмов целенаправленного поведения. Ритуал ухаживания у дрозофилы является ярким примером сложного поведенческого акта. В качестве объекта ухаживания самец может встретить самок разного репродуктивного статуса — рецептивных девственных, нерцептивных незрелых или уже оплодотворенных. Наивные самцы обычно ухаживают за всеми типами самок с высокой интенсивностью, однако в зависимости от статуса самки происходит модуляция структуры ритуала ухаживания. Механизм и молекулярно-генетические корреляты способности к модуляции этой врожденной формы поведения еще предстоит установить. После оплодотворения самка дрозофилы длительное время (до суток) отвергает самцов. И у самцов есть способ избежать непродуктивных затрат времени и иных ресурсов на бесполезное ухаживание с помощью естественной мультимодальной формы ассоциативного обучения — условно-рефлекторного подавления ухаживания. С помощью этой методики нами была выявлена роль гена *Ent2* в формировании памятного следа, а также обнаружены плейотропные зрительные нарушения у мутантов. Эффекты мутации носили умеренный характер, однако это позволило предположить, что наследственная изменчивость *ENT2* (Equilibrative nucleoside transporter 2) является фактором риска нарушений когнитивных возможностей. Также нами выявлены нарушения памяти у мутантов по генам *Hel89B*, *psq*, *Dek*, *CG8036*, *CR43650*, *CR45895*, продукты которых участвуют в формировании эпигенетического кода. Решение проблемы нарушений когнитивных способностей зависит от обнаружения как ключевых, так и второстепенных молекулярно-генетических игроков. Существенную помощь в этом поиске может оказать модельный генетический объект — дрозофила. Благодарим ЦКП «Биоколлекция» ИФ РАН за помощь в поддержании линий дрозофилы.

Исследование произведено при поддержке: «Госзадание ФГБУН ИФ РАН», грант 1021062411629-7-3.1.4

РЕКРЕЦИЯ КАТЕХОЛАМИНОВ В УСЛОВИЯХ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СТРЕССА

Максим Б. Бреслав, Дмитрий В. Алевкин

Курганский государственный университет

breslav_maxim@mail.ru

Симптоадреналовая система является важнейшим компонентом механизма нейрогуморальной регуляции функций организма. При активации системы происходят быстрые адаптивные изменения в обмене веществ, направленные на мобилизацию энергии. Адреналин и норадреналин играют исключительную роль в реализации реакции организма на стрессовые ситуации и поддержании нейровегетативного равновесия. Саливадиагностика является методом неинвазивной экспресс-диагностики и применима для обнаружения различных состояний организма по изменению концентрации исследуемых веществ в слюне [1]. Цель. Установить содержание в слюне адреналина и норадреналина и охарактеризовать процесс рекреции в условиях эмоционального стресса. В исследовании принимали участие 112 студентов в возрасте 18–23 лет. Уровень адреналина и норадреналина в крови и слюне исследовали с использованием иммуноферментного метода (ИФА) («DRG» Германия) в условиях недельной учебной нагрузки и в условиях эмоционального стресса (экзаменационная сессия). Статистическая обработка полученных данных была проведена с использованием программы «Statistica 6». Эмоциональный стресс вызывал повышение содержания в слюне адреналина и норадреналина ($p < 0,05$) относительно условий эмоционально покоя. В данных условиях проницаемость гематосаливарного барьера возрастала и процесс рекреции активировался. Коэффициент рекреции для адреналина возрастал с $0,86 \pm 0,01$ до $0,88 \pm 0,01$, а для норадреналина с $0,99 \pm 0,01$ до $1,03 \pm 0,01$. Таким образом, эмоциональный стресс изменял проницаемость гематосаливарного барьера. Показатель концентрации вещества в слюне зависит от объема выделяемой слюны в единицу времени — это дебит слюны за 10 мин, показатели валового выделения (дебит) адреналина и норадреналина имели тенденцию к повышению. При эмоциональном стрессе рекреция исследуемых веществ увеличивалась, при этом валовое выделение не достигало достоверных значений на фоне снижения секреции объема слюны. Неинвазивность метода позволяет устанавливать индивидуальный уровень эмоционального напряжения при воздействии неочевидных факторов на организм человека.

1. Chojnowska et al. J Clin Med. 2021.

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРА ОБРАТНОГО ЗАХВАТА СЕРОТОНИНА НА БОЛЕВОЙ ОТВЕТ В ФОРМАЛИНОВОМ ТЕСТЕ, ПРОСТРАНСТВЕННУЮ ПАМЯТЬ И СТРЕССОРНУЮ РЕАКТИВНОСТЬ У ВЗРОСЛЫХ КРЫС

Ирина П. Буткевич, Виктор А. Михайленко, Елена А. Вершинина, Арина Д. Калинина

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

irinabutkevich@yandex.ru

Сильный болевой стресс представляет угрозу для здоровья. Влияние болевого стресса на адаптивное поведение проявляется в зависимости от возраста, в котором организм пережил экстремальные болевые воздействия и в котором исследовали его последствия. Селективный ингибитор обратного захвата серотонина флуоксетин (Флу) является признанным для лечения депрессивного состояния, тогда как применение Флу для обезболивания является до сих пор проблемой; антиноцицептивное действие Флу остается не исследованным. Ранее мы продемонстрировали влияние Флу в раннем возрасте на функциональную активность ноцицептивной, когнитивной, стрессорной систем у разнополых Вистар крыс, подвергнутых неонатальной боли. Цель настоящей работы состояла в исследовании влияния Флу на продолжительный болевой ответ в формалиновом тесте, когнитивную и стрессорную функции у взрослых самцов крыс. Взрослым самцам крыс в течение 14 дней вводили Флу (10 мг/кг, внутривентриально), контрольным — физиологический раствор. Затем у крыс исследовали умеренный болевой ответ в формалиновом тесте (инъекция 2.5 % формалина, 50 мкл в подошву задней конечности). Регистрировали в течение 60 мин интенсивность продолжительной боли, оцененной по продолжительности реакции вылизывания (с) инъекционной формалином конечности. В водном лабиринте Морриса исследовали способность к пространственному обучению в течение 5 дней и пространственную память, регистрировали траекторию движения крысы, время достижения платформы (латентный период в целевом квадранте (с). Декапитацией собирали кровь для определения содержания кортикостерона в плазме крови (нмоль/л). Обнаружено, Флу уменьшил продолжительность вылизывания и содержание кортикостерона в плазме крови у подопытных крыс по сравнению с контролем. Флу не изменил ЛП и время пребывания в целевом квадранте по сравнению с контрольными значениями. Время нахождения в целевом квадранте при тестировании долговременной памяти доминировало над

показателем памяти первого дня, как у крыс с введением Флу, так и контрольных крыс, что указывает на отсутствие повреждающего влияния Флу на пространственное обучение и память у взрослых самцов крыс. Настоящие новые результаты, полученные с помощью модели воспалительной продолжительной боли у взрослых крыс, усиливают представление об антиноцицептивном эффекте флуоксетина, а при сравнении с нашими, ранее полученными данными, и о возрастных особенностях влияния флуоксетина на когнитивную сферу и стрессорную реактивность.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ БЫСТРОГО ВЕРБАЛЬНОГО НАУЧЕНИЯ ВО ВЗРОСЛОМ И РАЗВИВАЮЩЕМСЯ МОЗГЕ

Марина Ю. Васильева¹, Вероника М. Князева¹, Александр А. Александров¹, Екатерина С. Гарбарук^{2,3}, Мария Ю. Бобошко³

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия

³Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова, Россия

marinajv@list.ru

Уникальность человека как биологического вида заключается в наличии языка. Однако по-прежнему одним из существенных пробелов в научном знании остается недостаточное понимание нейробиологических закономерностей, лежащих в основе механизмов научения и овладения языком, как в детском возрасте при усвоении родного языка, так и в более поздние периоды жизни, при усвоении профессиональной лексики и/или второго языка. В этой связи представляет интерес изучение нейробиологических основ особого механизма ассоциативного семантического научения, т. н. «fast mapping» (быстрого отображения), предполагаемого в качестве критического звена, задействованного в процессах сверхбыстрого усвоения новых слов. Целью настоящего исследования было выявление нейробиологических коррелятов механизма быстрого вербального научения новой лексике у детей и взрослых методом вызванных потенциалов. В исследование вошло две группы участников: 12 взрослых (23 ± 3.9 лет) и 20 детей — дошкольников (5.8 ± 0.8 лет); монолингвов, носителей русского языка,

правшей. Использовали парадигму быстрого семантического научения: однократное предъявление аудиально-визуальных пар «знакомое слово-знакомый объект»/«незнакомое слово-незнакомый объект». Регистрацию ВП проводили в условиях пассивного прослушивания знакомых и новых словоформ. Для анализа источников электрической активности использовали алгоритм sLORETA. Результаты исследования выявили значимый эффект быстрого семантического научения новым словоформам родного языка в обеих группах участников. У взрослых изменение амплитуды ВП было получено в левополушарных центральных отведениях на интервалах 200–300; 300–400 мс и в более позднем временном окне: 400–500 мс. У детей значимый эффект научения новой лексике был зарегистрирован как фронто-центральный ранний N400 компонент (временной интервал ~300–320 мс), с максимумом в правом полушарии. Анализ источников нейрональных активаций подтвердил наблюдаемые эффекты N400 для всех выученных словоформ в обеих группах участников. Результаты исследования свидетельствуют, что зарегистрированная быстрая нейрональная динамика, отражающая формирование репрезентаций новых словоформ, опосредована высокопластичным механизмом вербального научения «fast mapping», который срабатывает мгновенно и способствует быстрой интеграции новых выученных языковых единиц в левополушарные лексико-семантические сети взрослого мозга, и в более обширные нейрональные контуры обоих полушарий развивающегося мозга.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 23-25-00108

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВРЕМЕННОГО ХОДА МОЗГОВЫХ КОЛЕБАНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА НЕЙРОННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ, УЧАСТВУЮЩИХ В РЕШЕНИИ КОГНИТИВНОЙ ЗАДАЧИ

Виктор Л. Введенский¹, Виталий М. Верхлютов², Константин Г. Гуртовой¹

¹Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

²Институт Высшей Нервной Деятельности и Нейрофизиологии РАН

VictorLvo@yandex.ru

Сотни магнитных сенсоров, окружающих голову человека, позволяют одновременно следить за индивидуальным поведением десятков различных нейронных популяций на всей поверхности коры мозга. В течение

выполнения общей когнитивной задачи, например, распознавания слов или изображений, сигналы, идущие от каждой из этих популяций, заметно различаются между собой. Имеются десятки мест в коре, в которых колебания могут быть описаны, как отдельный эпизод, совпадающий по времени с выполнением когнитивной задачи. Качество магнитных сигналов позволяет визуально обнаружить эти явления, которые могут быть систематизированы. Четко видны временные границы отдельного эпизода и характерный временной ход сигнала, в котором чаще всего перемешаны колебания разной длительности и формы. Тщательный индивидуальный анализ сигналов со всех 204 сенсоров для каждого выполнения задачи, повторенной 40 раз в одном эксперименте, позволяет установить, как часто та или иная нейронная популяция вовлекается в процесс выполнения задачи. Оказалось, что все группы нейронов, генерирующие интересующие нас сигналы, образуют четкую иерархию по частоте участия в процессе. Максимально активные реагируют на каждый второй поступающий стимул, остальные реже, вплоть до всего одной реакции при 40 появлениях стимула. Частота срабатывания плавно убывает в упорядоченном списке отдельных популяций — математическая зависимость близка к экспоненте. Можно определить направление тока, порождающего магнитное поле, и местоположение, с точностью до сантиметра, каждого активного участка. Они расположены в складках коры. Для генерации исследуемых нами, сравнительно сильных магнитных сигналов, необходим примерно квадратный сантиметр поверхности коры, где синхронно срабатывают около ста тысяч нейронов. Эти активные участки широко рассеяны по всей поверхности обоих полушарий. Полученная картина хорошо согласуется с представлениями разработчиков распознающих систем в области искусственного интеллекта, которые полагают, что эффективная система должна представлять собой «комитет компетентных классификаторов». Каждый из них способен выделять простейший элемент воспринимаемой картины, а все вместе они принимают согласованное решение о виде поступившего стимула.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 23-78-00011

ДИНАМИКА ФОРМИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-КОММУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У ДОШКОЛЬНИКОВ 3–7 ЛЕТ

Алла С. Верба, Татьяна А. Филиппова

ФГБНУ «ИРЗАР», г. Москва, Россия

alst_v@mail.ru

Социально-коммуникативное развитие (СКР) дошкольников: усвоение норм и ценностей, взаимодействие с окружающими — важная задача дошкольного детства. Цель исследования была достигнута при проведении нами в 2019–2022 годах популяционных исследований возрастной динамики СКР детей от 3 до 7 лет ($n = 7319$). В качестве метода исследования были использован блок по оценке СКР Комплексной методики диагностики развития детей 3–7 лет [1, 2, 3]. Детям всех возрастов предлагали: определить эмоции (графические рисунки); выбрать подходящее условное изображение эмоций к бытовой ситуации; выбрать рисунки с изображением поведения, принятого в обществе. В группах 5–6 и 6–7 летних детей были добавлены задания с использованием речевых формул. Установлено, что формирование СКР идет неравномерно от 3 лет к 7 годам: выявлено большое количество детей 5–6 лет, имеющих трудности выполнения всех заданий (суммарно 44,7 % с уровнем низким и ниже среднего), в других возрастных группах таких детей в 2 раза меньше. Это возможно связано с заданиями с использованием речевых формул (то есть вербализация ситуации). Важно, что к 6–7 годам количество детей, успешно выполнивших такие задания, увеличивается и суммарно составляет 80,1 %. Выявлено, что понимание эмоций на рисунках и с изображением конкретной жизненной ситуации легче, чем определение эмоций на условном графическом изображении. Успешно справились с этим заданием 72,2 % 3–4 летних детей, 71,7 % 4–5 летних и 70,6 % 5–6 летних детей. К старшему дошкольному возрасту (6–7 годам) количество детей, успешно выполнивших задание составило уже 88,9 %. Низкий уровень развития означает, что около трети детей 3–6 лет не понимают изображенную эмоциональную ситуацию или оценивают ее со значительной помощью взрослого. К 6–7 летнему возрасту таких детей остается только 11,1 %. В современных условиях важность реального общения детей в разных ситуациях в противовес общению в цифровой среде становится все актуальнее. Следовательно, диагностика СКР позволяет не только определить актуальный уровень развития, но и создать при необходимости условия для дальнейшего овладения навыками

межличностного общения, необходимого для успешной адаптации в новой социальной среде.

1. Безруких и др. Новые исследования. 2021.
2. Безруких и др. Новые исследования. 2021.
3. Безруких. 2023.

МЕТОД EX VIVO ЭЛЕКТРОРЕТИНОГРАФИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕЙ РОЛИ ЦАМФ В РАБОТЕ КРАСНОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КОЛБОЧЕК РЫБ DANIO RERIO

Яков С. Веселов¹, Алиса Д. Калита^{1,2}, Астахова А. Любовь¹

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский государственный университет

vesjack@mail.ru

Циклические нуклеотиды играют ключевую роль в каскаде фототрансдукции, выступая в качестве вторичных мессенджеров, и к настоящему времени главным и единственным вторичным мессенджером в фоторецепторах позвоночных является цГМФ. В то же время цАМФ способен модулировать светочувствительную функцию фоторецепторных клеток. Современные исследования указывают на роль цАМФ в адаптации фоторецепторов к свету и темноте. Влияние цАМФ на функционирование колбочек сетчатки изучено менее подробно чем в палочках. Целью данной работы является оценка воздействия внутриклеточного уровня цАМФ на электроретинографические (ЭРГ) ответы сетчатки рыб *Danio rerio* при стимуляции светом различной интенсивности и спектрального состава, направленной на селективную активацию красночувствительных колбочек. В качестве объекта исследования была выбрана рыба *Danio rerio*, характеризующаяся высоким содержанием колбочек в сетчатке и профилем экспрессии киназы GRK, сходным с человеческим, что делает ее подходящей моделью для изучения механизмов световой и темновой адаптации. Регистрация ex vivo ЭРГ (т. е. ЭРГ от изолированной сетчатки) проводилась в контексте фармакологического выделения фоторецепторного ответа в ответ на световые стимулы различной интенсивности и спектрального состава (соотнесенного со спектральной чувствительностью красночувствительных колбочек, но не других типов фоторецепторов).

Для активации аденилатциклазы и повышения внутриклеточной концентрации цАМФ использовался форсколин в концентрации 10 мкМ. ЭРГ-ответы оценивались до и после добавления форсколина. В настоящее время завершён сбор данных для экспериментальной группы, в то время как формирование контрольной группы на текущий момент ещё не завершено. Таким образом, в настоящем докладе мы обсуждаем эффекты форсколина (повышения цАМФ), но без сравнения с контрольным воздействием (эффектом времени жизни препарата в экспериментальных условиях). Предварительные результаты показывают, что у *Danio rerio* форсколин приводит к выраженному изменению кинетических параметров фотоответов: увеличивается время достижения пика ответа и время интегрирования, а также замедляется выключение ответа красночувствительных колбочек в целой сетчатке. В то же время, такие изменения кинетики ответов не приводят к изменению (в какую-либо сторону) суммарной чувствительности колбочек данного типа к свету.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № РНФ № 24-25-00260

СТРЕССОРНЫЙ ОТВЕТ МАТЕРИ НА ГИПОКСИЮ ОПРЕДЕЛЯЕТ СКЛОННОСТЬ К НИКОТИНОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЧЕРЕЗ ГЛЮКОКОРТИКОИД-ЗАВИСИМОЕ НАРУШЕНИЕ ЭКСПРЕССИИ A7-NACNR В МОЗГЕ ВЗРОСЛОГО ПОТОМСТВА КРЫС

Олег В. Ветровой, София С. Потапова, Екатерина И. Тюлькова

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

vov210292@yandex.ru

На протяжении многих лет нами проводятся комплексные исследования механизмов эпигенетического перепрограммирования развивающегося мозга в результате неблагоприятных воздействий в критические сроки пренатального онтогенеза. На крысах изучены церебральные механизмы долгосрочного влияния пренатальной гипоксии (ПГ) на поттрансляционные модификации хроматина, сопряженные со снижением его активности, эффективность NIF1-зависимого метаболизма, функционирование глюкокортикоидной и глутаматной систем на протяжении всей жизни. Показано, что снижение чувствительности к глюкокортикоидам гиппокампа крыс, переживших ПГ, сохраняется на протяжении всей

жизни, следствием чего является стабильная гиперактивация гипоталамо-гипофиз-адренкортикальной оси и нарушение синтеза глутамата. При этом устойчивое увеличение базального уровня глюкокортикоидов сопровождается возрастными нарушениями их периферической рецепции и, как следствие, реализации глюкокортикоид-зависимых функций, а также когнитивным дефицитом и ранней гибелью нейронов. Использование ингибитора синтеза кортикостерона предотвращает уменьшение количества глюкокортикоидных рецепторов в гиппокампе после ПГ, а ишемия плода без выброса глюкокортикоидов материнским организмом не оказывает влияния на их экспрессию. Следовательно, именно стрессорный ответ матери на гипоксию опосредует нарушение чувствительности гиппокампа плода к глюкокортикоидам, что в дальнейшем определяет центральные и периферические нарушения функционирования глюкокортикоидной и глутаматной систем, в том числе вызывая формирование депрессивно-подобного фенотипа. В результате сравнительного анализа моделей ишемии плацентарных артерий и ПГ, сопряженной со стрессом матери, нами показано, что нарушения глюкокортикоидной нейроэндокринной системы и глюкокортикоид-зависимой экспрессии альфа-7 субъединицы никотинового ацетилхолинового рецептора ($\alpha 7$ -nAChR) в мозге потомства крыс связаны именно со стрессорной реакцией матери на гипоксию во время беременности и вызывают склонность к развитию никотиновой зависимости во взрослом возрасте.

ВЛИЯНИЕ НОКАУТА РЕЦЕПТОРА TAAR1 НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ МЫШЕЙ В ТЕСТАХ, ОЦЕНИВАЮЩИХ УРОВЕНЬ ТРЕВОЖНОСТИ И ДЕПРЕССИВНО-ПОДОБНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

Екатерина П. Виноградова, Людмила Н. Станкевич, Елена С. Дмитриева, Антон Ю. Александров, Александр А. Александров

Санкт-Петербургский государственный университет
e.vinogradova@spbu.ru

Рецепторы следовых аминов (trace amine-associated receptors, TAARs) относятся к классу G-белковых рецепторов, идентифицированных как у человека, так и у других позвоночных. Из семейства рецепторов TAARs наиболее изученным является рецептор TAAR1. Известно, что TAAR1 играет важную роль в модуляции дофаминергической, серотонинергической

и глутаматергической передачи и, таким образом, вовлечен в регуляцию многих функций мозга [1]. Следовые амины структурно близки с классическими моноаминами, и нарушения в этой системе связаны с широким спектром патологий такими как депрессия, шизофрения, нейродегенеративные заболевания, синдромом дефицита внимания и гиперактивности [2, 3]. Данные по влиянию нокаутирования рецептора TAAR1 на поведение животных неоднозначны и иногда противоречивы. Целью данного исследования явилось изучение функциональной роли рецептора TAAR1 в формировании тревожно-подобного и депрессивно-подобного состояния. Изучалось поведение мышей нокауты TAAR1-KO (n = 20) и мышей дикого типа (WT) (n = 20) в тестах, отражающих уровень тревожности и депрессивно-подобные состояния. В тесте подавления пищевого поведения в новой обстановке (Novelty-Suppressed Feeding Test) было показано, что у мышей TAAR1-KO латентный период (ЛП) подхода к приманке существенно короче, чем у мышей WT (p < 0.05). По всем остальным параметрам пищевого поведения (ЛП до начала еды, длительность потребления пищи, количество подходов к приманке, количество приемов пищи) не было выявлено статистически значимых различий. В тесте подвешивания за хвост (Tail suspension test) и тесте принудительного плавания по Порсолту латентный период первой иммобилизации был достоверно выше у мышей TAAR1-KO (p < 0.05). У мышей TAAR1-KO в тесте Порсолта была обнаружена меньшая длительность иммобилизации по сравнению с мышами WT (p < 0.05). Увеличение ЛП первой реакции иммобилизации в тестах на депрессивно-подобное поведение и уменьшение ЛП подхода к приманке в тесте торможения поведения новой обстановке у мышей TAAR1-KO можно объяснить повышением общего уровня двигательной активности у нокаутных животных.

1. Berry et al., Pharmacol. Ther. 2017
2. Gainetdinov et al., Pharmacol. Rev. 2018
3. Rutigliano et al., Front. Pharmacol. 2018

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-25-00057

ОБУЧЕНИЕ ГИПЕРАКТИВНЫХ КРЫС, ЛИШЕННЫХ ГЕНА ТРАНСПОРТЕРА ДОФАМИНА, В РАЗЛИЧНЫХ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ТЕСТАХ

Анна Б. Вольнова, Анастасия Д. Бельская, Арина А. Громова,
Наталья П. Курзина

Санкт-Петербургский государственный университет
a.volnova@spbu.ru

Изучение процессов обучения и памяти у крыс, нокаутных по гену обратного захвата дофамина (DAT-KO крысы), представляет определенные трудности ввиду присущих этим животным поведенческих особенностей. Крысы DAT-KO являются моделью синдрома дефицита внимания и гиперактивности и успешно используются в разного рода экспериментах. Одной из ярко выраженных черт поведения крыс DAT-KO является гиперактивность, не позволяющая им столь же успешно, как и контрольным животным выполнять поведенческую задачу. В ходе длительных экспериментов нами были опробованы различные поведенческие парадигмы и использованы фармакологические подходы для уменьшения выраженности симптомов СДВГ. Были использованы такие тесты как 8-лучевой радиальный лабиринт, лабиринт Хебба-Уильямса, Т-образный лабиринт, установка Red Box. Анализ полученных данных позволил выявить особенности выполнения нокаутными животными поведенческой задачи и разработать подходы к улучшению у них процессов обучения и памяти. Кроме того, были выявлены различия в процессах памяти при выполнении тестов, акцентированных главным образом на пространственные ориентиры, и тестов, связанных с реализацией манипуляторных и локомоторных навыков. В плане более тщательного описания нокаутных животных использование батареи тестов дает возможность проследить частоту проявления различных аспектов отклоняющегося поведения и влияния на них окружающей среды. Наряду с описанием поведенческих характеристик применение фармакологических агентов в поведенческих задачах позволяет наметить новые пути купирования синдрома дефицита внимания и гиперактивности у человека.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 25-75-51001

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ФЕРМЕНТОВ МЕТАБОЛИЗМА ГЛУТАМАТА В МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ФРАКЦИЯХ СТРУКТУР МОЗГА КРЫС, ПЕРЕНЕСШИХ ГИПОКСИЮ В ПЛОДНОМ ПЕРИОДЕ

Лейла Б. Гадирова

Институт Физиологии им. академика Абдуллы Гараева, Министерство Науки
и образования Азербайджанской Республики, Азербайджан

leylakb@yandex.com

У крыс, перенесших пренатальную гипоксию, показаны прогрессирующие с возрастом изменения в глутаматергической системе и снижение числа нейрональных клеток в гиппокампе [1]. Синтез глутамата в мозге строго регулируется из-за его эксайтотоксических свойств, способных вызывать повреждение нейронов. В связи с чем его биосинтез контролируется множеством регуляторных механизмов, обеспечивающих работу биосинтетических ферментов. Ключевым ферментом в синтезе глутамата в нейронах является глутаминаза, которая участвует в формировании глутаматергических синапсов и глутаминолизе. Глутаматдегидрогеназа катализирует обратимую реакцию окислительного дезаминирования глутамата до альфа-кетоглутарата в астроцитах [2, 3]. Исследования проводились на потомстве крыс в возрасте три и шесть месяцев, полученном от самок, подвергнутых гипоксии на 16–21-е сутки беременности, что соответствует плодному периоду пренатального развития. Беременные крысы ежедневно подвергались гипоксическому воздействию в камере с газовой смесью, содержащей 5 % O₂ и 95 % N₂, в течение часа. Активность глутаминазы измеряли прямым фенолгипохлоритным методом, а глутаматдегидрогеназы — кинетическим методом. Митохондриальную фракцию выделяли методом дифференциального центрифугирования. Исследование показало, что у трехмесячных крыс в зрительной коре и среднем мозге наблюдается снижение глутаминазы, тогда как в мозжечке и орбитальной коре отмечается некоторое повышение. Активность глутаматдегидрогеназы показала снижение в гипоталамусе, зрительной коре и среднем мозге, и повышение в мозжечке и продолговатом мозге по сравнению с контролем. У шестимесячных крыс прослеживается снижение активности глутаминазы и глутаматдегидрогеназы практически во всех исследуемых структурах мозга. Достоверное снижение показано в зрительной коре, мозжечке, гипоталамусе и среднем мозге. Таким образом, у животных, подвергшихся пренатальной гипоксии в плодный период, наблюдается изменение

активности глутамины и глутаматдегидрогеназы, что может указывать на ослабление процессов синтеза и утилизации глутамата в структурах мозга в исследованные периоды постнатального онтогенеза.

1. Тюлькова и др. Ж. эвол. биох. и физиол. 2020
2. Márquez et al. BioMol Concepts. 2010
3. Schousboe et al. Adv Neurobiol. 2014

ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ НЕЙРОТРОФИНА МОЗГА В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКНАХ И РЕТРОГРАДНЫЕ ВЛИЯНИЯ ПРОДУКТОВ ЭТОГО СОЗРЕВАНИЯ В МОТОРНЫХ СИНАПСАХ МЫШИ

Александр Е. Гайдюков, Анастасия И. Молчанова, Егор И. Шепелев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

gaydukov@gmail.com

Созревание нейротрофина мозга (BDNF) может происходить за счет внутри- или внеклеточного протеолиза проBDNF с образованием продомена. Трактовка синаптических воздействий эндогенного BDNF требует учета возможного одновременного действия продомена. В зрелых диафрагмальных моторных синапсах мышечных регистрировали спонтанные (миниатюрные) и вызванные стимуляцией (50 Гц, 1 с) моторных аксонов многоквантовые потенциалы концевой пластинки — МПКП и ПКП, соответственно. ПроBDNF (1 нМ) никак не влияет на спонтанную и вызванную секрецию ацетилхолина (АХ). BDNF (1 нМ), активируя рецепторы TrkB, потенцирует нервно-мышечную передачу за счет увеличения размера квантов АХ, частоты МПКП и квантового состава ПКП. Продомен BDNF (1 нМ), напротив, тормозит квантовую секрецию АХ, уменьшая амплитуду МПКП и ПКП, частоту МПКП и квантовый состав ПКП. Продомен BDNF активирует рецепторный комплекс 75/сортилин и запускает сигнальный путь с участием Rho-киназы и фосфатазы PTEN, направленный на стимулирование G-белок-управляемых K⁺-каналов входящего выпрямления (GIRK) и Ca²⁺-активируемых K⁺-каналов малой проводимости (SK). Активация GIRK требует эндогенной активности паннексина 1 и A1-рецепторов аденозина. Для активации SK при действии продомена BDNF необходим выброс депонированного Ca²⁺ через пресинаптические рианодиновые рецепторы. PTEN — ключевой фермент, обеспечивающий раздвоение

сигнального пути на активацию GIRK и SK. При выбросе эндогенного нейротрофина в результате стимуляции рецепторов, активируемых протеазами (PAR1) их селективным агонистом, в синаптической щели функционирует не только BDNF, но и его продомен. Ингибируя p75 или TrkB в сочетании с активацией PAR1, можно получить синаптические эффекты, характерные для экзогенных BDNF или его продомена. Сопоставление ингибирования расположенной в синаптической щели MMP-3 и внутриклеточной проконвертазы фурина в сочетании с выбросом эндогенного нейротрофина, были получены приоритетные данные о внутриклеточной локализации созревания BDNF. Для терминирования такого созревания и получения PAR1-опосредованной секреции проBDNF вместо BDNF и продомена необходимо пероральное введение селективного ингибитора фурина BOS-318 (10 мг/кг) за сутки до электрофизиологических экспериментов. Это свидетельствует о наличии постсинаптического пула эндогенных BDNF и его продомена, способных при выбросе из мышечных волокон ретроградно и разнонаправленно (с преобладанием действия BDNF) регулировать квантовую секрецию АХ в моторных синапсах млекопитающих. Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-25-00073

ФОРМИРОВАНИЕ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ АНАЛИЗ СИНТАКСИСА, У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Елизавета И. Гальперина¹, Ольга В. Кручинина¹, Наталья В. Макурина¹, Дарья В. Антропова², София А. Шумилова², Наталья А. Слюсарь²

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

galperina-e@yandex.ru

Понимание речи и обработка грамматических конструкций — это сложные когнитивные процессы, которые развиваются долго в онтогенезе и достигают зрелости довольно поздно. Мы представляем результаты единого исследования, состоящего из двух взаимосвязанных частей, посвященных изучению нейрофизиологических механизмов обработки грамматических конструкций у детей 4–9 лет на примере обратного порядка слов и пассивного залога и подростков 14–17 лет на примере сложных аттрактивных

и предикативных согласований. В первой части исследования участвовали 164 ребенка 4–9 лет, во второй — 15 подростков 14–17 лет. Все участники были носителями русского языка без неврологических нарушений. Дети выполняли задание на сопоставление предложений картинками, включающее предложения в активном и пассивном залоге с прямым и обратным порядком слов. Подростки читали предложения с грамматическими ошибками (род, число, падеж) в режиме быстрого последовательного визуального предъявления. Параллельно записывалась ЭЭГ для анализа ССП. У детей обнаружены увеличения амплитуды ССП при восприятии пассивных предложений по сравнению с активными. Значимые различия наблюдались в теменно-височных областях левого полушария на третьем слове предложения (200–300 мс и 500–700 мс). У подростков все типы грамматических ошибок (род, число, падеж) вызывали значительное увеличение амплитуды ССП по сравнению с правильными предложениями. Для ошибок по роду увеличивалась амплитуда компонента N400 в левой передней области (300–400 мс) и P600 в центральной области левого полушария (450–700 мс) по сравнению с контролем. Для ошибок по числу показан рост амплитуды компонента LAN в передних и центральных областях (180–450 мс) и в теменной области правого полушария (380–450 мс). Ошибки по падежу вызывали увеличение амплитуды раннего LAN в лобных и центральных областях (100–250 мс) и P600 в центральной области левого полушария (450–700 мс). В обеих частях исследования выявлены специфические компоненты ССП (N400, LAN, P600), которые отражают различные этапы обработки грамматической информации. У детей и подростков эти компоненты проявляются в разных временных окнах и областях мозга, что свидетельствует о продолжающемся развитии нейрофизиологических механизмов обработки языка. Исследование демонстрирует, что процесс обработки грамматических конструкций продолжает развиваться в детском и подростковом возрасте, что отражается как в поведенческих, так и в нейрофизиологических показателях.

ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАСТИЧНОСТЬ И НЕЙРОМОДУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА ПРИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДИСФУНКЦИЯХ

Юрий Герасименко

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

gerasimenko@infran.ru

До недавнего времени спинной мозг рассматривался исключительно как исполнительное устройство, транслирующее команды от головного мозга к моторным пулам (принцип конечного пути Шеррингтона). Позже было установлено, что спинной мозг содержит нейронные сети-генераторы центрального паттерна (CPG), управляющие автоматизированными движениями. К ним относятся генераторы дыхательного, жевательного, глотательного, локомоторного, пострурального паттернов. Было показано, что все двигательные действия являются результатом взаимодействия и интеграции различных CPG и сенсорной информации. В последние годы появились работы показывающие, что спинной мозг является сложно организованной системой и обладает собственными механизмами инициации и регуляции двигательного поведения. В частности, он обладает высокой пластичностью, которую определяют как способность нервной ткани изменять свою структуру и функции в ответ на воздействие экзогенных и эндогенных факторов. Зависимую от физической активности пластичность нейронных связей и сетей считают ключом к успешному восстановлению двигательных функций. Нейромодуляция с помощью электрической стимуляции спинного мозга является одним из подходов для содействия нейропластичности в поврежденной ЦНС, пластичности — ведущей к функциональному восстановлению. В докладе будут представлены результаты использования спинальной нейромодуляции для интеграции различных спинальных нейронных локомоторных сетей и пластических изменений в ЦНС направленных на восстановление двигательных функций у пациентов с двигательной патологией различного генеза.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОМИНИРОВАНИЯ И АДАПТАЦИИ

Алина А. Головина¹, Владимир Г. Яхно²

¹Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

²ФИЦ Институт прикладной физики им. А. В. Гапонова-Грехова Российской академии наук

alinagolovina88@icloud.com

Живые системы демонстрируют уникальную способность к адаптации в условиях изменяющейся внешней среды. Эта способность выражается в переходах между состояниями, которые определяются внешними раздражителями и внутренними процессами. Цель работы — разработать простые и гибкие модели, отражающие динамику многозадачности и описывающие психологические и физиологические реакции человека на выполнение различных задач. Основные положения: 1. Механизмы принятия решений в условиях многозадачности. Когда человек сталкивается с несколькими задачами одновременно, его мозг использует механизмы, описанные П. К. Анохиным и А. А. Ухтомским. Процессы оценки важности задач и доминирования позволяют организовать внимание и действия, выделяя приоритетные направления. 2. Функциональная система П. К. Анохина описывает принятие решения как процесс интеграции сенсорных, эмоциональных и когнитивных данных. Это помогает оптимально распределить ресурсы в условиях многозадачности и выбрать наиболее приоритетные задачи. 3. А. А. Ухтомский предложил модель, в которой доминанта представляет собой преобладание одного психофизиологического процесса над другими. Это объясняет, как одна задача может захватывать внимание, отодвигая другие на второй план. Модель помогает понять, как организм приоритизирует задачи в условиях ограниченных ресурсов. Модель многозадачности основана на системе дифференциальных уравнений, отражающих динамическое поведение нейроноподобной среды. Она описывает переходы между различными состояниями и активность элементов системы. В модели также используются принципы, аналогичные концепции «доминанта» Ухтомского: один процесс усиливается, подавляя другие, что позволяет системе фокусироваться на одной задаче в ущерб остальным. Циклические процессы обработки сигналов позволяют системе адаптироваться к изменяющимся условиям и согласовывать ожидания с реальностью. Предложенные модели доказали свою эффективность в описании динамических процессов многозадачности. Использование

теорий П. К. Анохина и А. А. Ухтомского для математического моделирования возможных динамических режимов функционирования позволяют создавать адекватные описания взаимодействий организма с окружающей средой. Эти модели позволяют прогнозировать поведение когнитивных систем в режимах многозадачной коммуникации.

1. Yakhno et al. Adv. Neural Comput. Mach. Learn. Cogn. Res. IV, Proc. XXII Int. Conf. Neuroinformatics, 2020

ВЛИЯНИЕ ГЕСТАЦИОННОГО ДИАБЕТА САМОК КРЫС НА ВЫРАЖЕННОСТЬ НЕЙРОВОСПАЛЕНИЯ У ИХ ПОТОМСТВА

Любовь Р. Горбачева^{1,2}, Ирина И. Бабкина¹, Ирина Г. Савинкова¹

¹ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н. И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет)

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

gorbi67@mail.ru

Гестационный сахарный диабет (ГСД) развивается в период беременности и может осложнять ее течение. Гипергликемия потенцирует активацию эндотелия сосудов, что сопровождается повышением тромбогенности крови, что сопровождается появлением ключевой протеазы гемостаза, тромбина, которая через рецепторы, активируемые протеазами (ПАР), может потенцировать воспаление. Как влияет ГСД матери на развитие мозга ребенка и как осуществляется ПАР1-сигнализация клеток мозга в этих условиях не ясно. Вместе с тем, имеются данные о когнитивных нарушениях у детей, рожденных от матерей с ГСД. В связи с этим, целью настоящего исследования было определить влияние ГСД на выраженность провоспалительной активации астроцитов мозга крыс, отягощенных в пренатальный период ГСД матери. Эксперименты выполнены на 0–3-дневных крысятах, рожденных от самок с ГСД, а также крысятах от здоровых самок. Для развития ГСД самок переводили на высококалорийную диету, далее через неделю после спаривания им однократно вводили стрептозотцин в дозе 50 мг/кг, что приводило к подъему уровня глюкозы у них в крови больше 25 мМ. Из коры мозга крысят получали первичную культуру астроцитов, к которым на 12 день добавляли пептид-агонист рецептора ПАР1 (10 мкМ и 100 мкМ) и липополисахарид (ЛПС, 100 нг/мл) для моделирования воспаления. Через 24 и 48 ч инкубации оценивали пролиферацию клеток с помощью МТТ-теста, через 24 ч секреторную активность

по выделению ИЛ-6 методом ИФА. Кроме этого, проводили оценку влияния 4-х ч депривации глюкозы (ДГ) на активацию астроцитов и уровень экспрессии рецептора ПАР1. Для статистической обработки результатов была использована программа GraphPad Prism 8.0.1. Анализ астроцитов в условиях ДГ показал, что ГСД повышает пролиферацию клеток в сравнении с контролем. Установлено, что ГСД отменяет ЛПС-индуцированное высвобождение провоспалительного цитокина ИЛ-6 астроцитами по сравнению с контрольными клетками. Данный эффект может быть связан с инсулин-зависимым угнетением экспрессии TLR4 и ингибированием TLR4-зависимого внутриклеточного каскада, на фоне гиперинсулинемии плода в условиях ГСД матери. ГСД и ДГ снижали экспрессию мРНК ПАР1 в первичной культуре астроцитов. Таким образом, установлено, что ГСД самки изменяет функционирование астроцитов мозга её потомства. ГСД значительно повышает пролиферацию и блокирует провоспалительную активацию первичных астроцитов, что может быть опосредовано снижением экспрессии мРНК как ПАР1, так и TLR4.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 23-74-01144.

ОСОБЕННОСТИ ОТРАЖЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ В ХАРАКТЕРИСТИКАХ РЕЧИ И МИМИЧЕСКОЙ ЭКСПРЕССИИ ДЕТЕЙ 5–7 ЛЕТ

Платон И. Граве

Санкт-Петербургский государственный университет

st087500@student.spbu.ru

Изучению восприятия взрослыми эмоциональных состояний детей в речи посвящено множество исследований на материале разных языков [1, 2]. Немногочисленны исследования, рассматривающие процессы распознавания детьми эмоционального состояния других детей и отражения ими собственных эмоций в речи, мимике и поведении [3]. Данная работа выполнена с целью изучения особенностей отражения эмоциональных состояний в речи и мимике детей 5–7 лет с использованием методического подхода оценки эмоциональной сферы детей CEDM, разработанного в Группе по изучению детской речи СПбГУ [4]. В исследовании приняли участие 15 детей. В ходе исследования ребенок выполнял задания методики CEDM,

направленные на отражение в речи и мимике разных эмоциональных состояний и распознавание эмоциональных состояний других детей. Задание на распознавание эмоций включало аудио тест, содержащий речевые сигналы детей, произнесённые в разных эмоциональных состояниях. В работе показаны особенности распознавания детьми эмоционального состояния детей по их речи. Девочки лучше распознавали в аудио тесте состояние гнева и печали по сравнению с состоянием радости и нейтральным состоянием. Мальчики лучше распознавали состояние печали и радости по сравнению с нейтральным состоянием и состоянием гнева. Показана корреляция (по Спирмену; $r = 0,65$; $p < 0,05$) между баллами, полученными детьми в задании на распознавании эмоциональных состояний по изображениям лиц, и распознаванием детьми эмоциональных состояний детей при прослушивании аудио теста.

1. Kaya et al., Computer Speech and Language, 2017

2. Paulmann, Uskul. Cognition and Emotion, 2014

3. Sauter et al. British Journal of Developmental Psychology, 2013

4. Lyakso et al., International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '22 Companion), 2022

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 22-45-02007

ОСОБЕННОСТИ цАМФ-ОПОСРЕДОВАННОГО МЕХАНИЗМА АДАПТАЦИИ В ИЗОЛИРОВАННЫХ КРАСНОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ КОЛБОЧКАХ СЕТЧАТКИ ДАНИО РЕРИО

Галина Е. Громова, Любовь А. Астахова

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова
Российской академии наук

411225@rambler.ru

Существует множество гипотез относительно механизмов адаптации к различным уровням освещения у фоторецепторов – колбочек и палочек, отвечающих за дневное и ночное зрение соответственно. Помимо кальцевых обратных связей, считается, что важную роль играют в этом колебания уровня цАМФ, участвующего во множестве сигнальных процессов, в том числе в каскаде фототрансдукции. Роль цАМФ в адаптивных перестройках работы каскада фототрансдукции была показана для палочек, для колбочек же она изучена в меньшей степени.

В этой работе мы исследовали эффекты форсколина (активатора аденилатциклазы), повышающего внутриклеточный уровень цАМФ, на ответы колбочек красного спектрального типа взрослых рыб данио рерио. В сетчатке рыб, и в частности вида данио рерио, высок процент колбочек четырех спектральных типов, что делает их удобным объектом для изучения дневного зрения. Ответы колбочек регистрировали с помощью метода всасывающей пипетки. Спектральный тип колбочек определяли путем сравнения их чувствительности к вспышкам с разной длиной волны. Настоящий доклад посвящен изучению регулирующих эффектов повышения уровня цАМФ на изолированные красно-чувствительные колбочки. Мы анализировали возможное изменение таких параметров, как темновой ток, чувствительность колбочки к свету, определяемая по кривым ответ-интенсивность, кинетика включения и выключения ненасыщенного фотосоответа, время интегрирования. Форсколин вызывал в изолированных красно-чувствительных колбочках замедление выключения ответов без изменения скорости активации каскада фототрансдукции. Повышение уровня цАМФ не влияло на темновой ток, а также на чувствительность к свету, по сравнению с контрольными экспериментами (где колбочки инкубировались такое же время в растворе Рингера). Мы предполагаем, что регуляторные влияния цАМФ в красночувствительных колбочках затрагивают, главным образом, кинетику выключения каскада фототрансдукции, что в естественных условиях может иметь адаптивное значение и обеспечивать дополнительную настройку зрительной системы к яркости световых стимулов. Полученные на красночувствительных колбочках результаты до определенной степени согласуются с эффектами в зелено- и синечувствительных колбочках. Также форсколин не влиял на ответы в протоколе двух вспышек у красночувствительных колбочек.

Исследование произведено при поддержке: "РНФ", грант 24-25-00260

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ «ПОЛОВОЙ ДОМИНАНТЫ»: ЭКСПЕРИМЕНТ НА ЛАБОРАТОРНОЙ МЫШИ

Евгений В. Даев^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

e.daev@mail.spbu.ru

На модельном объекте — лабораторных мышах линии СВА проведена проверка роли полоспецифичных феромонов в регуляции полового и агрессивного поведения. С этой целью на мех мышей (как самцов, так и самок) наносили смесь феромонов, содержащихся в свежесобранной моче половозрелых животных противоположного пола. Мочу от 5–6 самок или самцов собирали в течение 2-х дней, предшествовавших эксперименту, и хранили в плотно закрытых пробирках в холодильнике. В день эксперимента к животному — резиденту (содержались поодиночке) на 3–5 мин подсаживали самца — интродера. Наблюдали полоспецифичный комплекс поведенческих реакций: в случае пары «самец — самец» наблюдали агрессивные контакты или проявление различных форм полового поведения, если резидентом являлась самка. После констатации соответствующих поведенческих комплексов, интродеров на короткое время удаляли, а мех резидентов с помощью стерильной ваты, пропитывали мочой доноров противоположного пола (1,5 мл), содержащей полоспецифичную смесь феромонов. Сразу после этого в клетки возвращали ранее удаленного интродера. Наблюдали инверсию поведения интродера: начинались агрессивные атаки на таким образом «переопределенных» самок, в то время как «переопределенные» самцы (с нанесенными феромонами самок), вызывали со стороны интродера комплекс поведенческих реакций, характерный для полового поведения (ухаживание, попытки садок, почти полное подавление агрессии). Некоторая амбивалентность измененного поведения интродеров связана с проявления специфичного поведения, соответствующего истинному полу резидента. Таким образом, представляется наиболее вероятным, что у грызунов, полоспецифичные феромоны, продукция и экскреция которых контролируются генетически, являются одним из важных факторов, способных регулировать половое поведение и переключать «доминанты», индуцирующие агрессию и/или половое поведение. Стресс, индуцированный феромонами, можно также рассматривать как очаг возбуждения определенных нервных центров, то есть «доминанту». Ранее было показано, что стресс-феромоны у грызунов могут

менять активность работы и целостность генетического аппарата половых и соматических клеток (включая клетки гиппокампа, ольфакторных луковиц, костного мозга, семенников). Рассматриваемый эволюционно консервативный механизм переключения доминант у грызунов может играть важную роль в регуляции поведения и приспособленности животных. Выражаю искреннюю благодарность Т. С. Глинину за помощь в проведении эксперимента.

СОСТОЯНИЕ МИКРОГЕМОЦИРКУЛЯЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И УРБОЭКОСИСТЕМЫ

Дарья А. Данилова, Анна В. Дерюгина

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

danilovad.a@mail.ru

Микрогемодициркуляция значительно меняется с возрастом, что может оказывать существенное влияние на состояние ЦНС, поскольку нейроны крайне чувствительны к недостатку кислорода и глюкозы. Нарушения микроциркуляции в ЦНС могут приводить к серьезным неврологическим последствиям. Цель работы: оценка динамики функциональных изменений микроциркуляции у различных возрастных групп населения города с активной химической промышленностью и малого города, ориентированного на туризм без выраженной промышленной компоненты. В исследовании принимали участие 60 добровольцев из г. Дзержинска (город с развитой химической промышленностью) и 60 добровольцев из г. Семёнова (малого туристического города без выраженной промышленности). Все обследуемые были информированы и дали согласие на включение в исследование. Согласно классификации ВОЗ, обе выборки были разделены на 3 возрастные группы: 1-я — 18 — 44 года; 2-я группа — 45 — 59 лет; 3-я — 60 — 74 года. Каждая группа включала по 20 человек и была сопоставима по полу и соматометрическим показателям. Состояние микроциркуляции оценивали методом лазерной доплеровской флоуметрии с помощью лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАЗМА СТ» (ООО НПП «ЛАЗ- МА», Россия). Результаты спектрального анализа свидетельствуют, что с

возрастом как в городе с развитой химической промышленностью, так и в малом туристическом городе, была повышена выраженность местных механизмов регуляции кровотока, что проявилось в росте эндотелиального компонента. Также в обеих группах было отмечено снижение амплитуды сердечных колебаний кровотока, что, по всей видимости, связано с увеличением жесткости сосудов с возрастом. Повышенная жесткость, вероятно, компенсируется включением эндотелиальной регуляции, которая влияет на сосудистый тонус, главным образом, за счет высвобождения оксида азота. При этом следует отметить, что в туристическом городе при старении у населения было отмечено увеличение амплитуд не только эндотелиального ритма, но миогенных и нейрогенных колебаний, что свидетельствует не только об увеличении эндотелий-зависимой вазодилатации, но и об уменьшении активности адренорецепторов, снижении тонуса гладкомышечных клеток и отсутствии признаков спазмирования артериол. Таким образом, у жителей малого туристического города наблюдается более адекватная регуляция микрогемодициркуляции и, следовательно, кровоснабжения мозга.

Исследование произведено при поддержке: «Госзадание», грант FSWR-2023 — 0032, 2023 — 2025

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА У КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ ПРИ ДЕЙСТВИИ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА И ОКСИДА АЗОТА

Анна В. Дерюгина¹, Екатерина А. Князева¹, Анастасия В. Полозова¹, Степан Е. Домнин², Владимир В. Пичугин²

¹Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

²НИИ - Специализированная кардиохирургическая клиническая больница им. акад. Б.А. Королева

knyazeva.kt@gmail.com

Больные с клапанными пороками сердца составляют в среднем 25% от числа всех органических заболеваний сердца. Единственным радикальным способом лечения является оперативное вмешательство с применением искусственного кровообращения (ИК). При кардиохирургических операциях запускается ряд повреждающих процессов: ишемия/реперфузия, воспалительный ответ, операционная травма, окислительный стресс, нарушение гемодинамики, что в свою очередь, является дополнительным

патогенетическим фактором послеоперационной мозговой дисфункции. Ухудшение когнитивных функций после операции на сердце встречается достаточно часто, затрагивая до 80% пациентов через несколько дней после операции и сохраняясь у трети пациентов. Поскольку значительное влияние на повреждения ЦНС оказывает гипоксия, воспалительные реакции и окислительный стресс поиск возможных корригирующих средств является актуальной задачей. Разработка методов защиты миокарда, повышающих адаптационные резервы организма, при операциях с ИК остается не до конца решенной проблемой. Целью работы ставилось изучение влияния оксида азота (NO), молекулярного водорода (H₂) и их сочетанного действия на показатели оксидативного стресса, эндотелиальной дисфункции и метаболизм эритроцитов при операциях на клапанах сердца с ИК. Исследуемые пациенты рандомизированы на 4 группы: 1 группа — контроль; 2-пациенты с изолированной подачей NO (40 ppm) в экстракорпоральный контур; 3 - с подачей H₂ (1,2 ppm); 4 комбинированная подача NO и H₂. Исследование интенсивности свободно-радикального окисления липидов в плазме крови, количество изолированных десквамированных эндотелиоцитов, концентрацию АТФ в эритроцитах проводили до, в течение и после операции. На протяжении всего срока регистрации наблюдалась более выраженная динамика снижения интенсивности свободно-радикального окисления липидов, циркулирующих эндотелиоцитов, значимое возрастание содержания АТФ в эритроцитах в группах сравнения по сравнению с контрольной группой. Наиболее выраженное действие оказывало сочетанное введение NO и H₂. Таким образом, использование NO и H₂ в качестве компонента анестезиологического пособия при кардиохирургических операциях в условиях ИК привело к снижению окислительного стресса, уменьшению эндотелиальной дисфункции, росту концентрации АТФ, которая освобождаясь в процессе циркуляции из эритроцитов, приводит к эндотелий-зависимой вазодилатации, что, в совокупности способствует улучшению гемодинамики, снижению риска ишемии и повреждения нейронов.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ» 25-15-20083

ВЛИЯНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ НА СПЕКТРАЛЬНУЮ МОЩНОСТЬ РИТМОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У СТУДЕНТОВ

Никита А. Дурнев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева
durnevnikitos@gmail.com

В современной действительности воздействие VR-технологий на объем кратковременной памяти представляет собой сравнительно новую область исследований когнитивных функций, которая еще недостаточно изучена. Виртуальная реальность динамично внедряется в различные аспекты жизни, включая обучение, терапию и развлечения, однако ее воздействие на когнитивные функции до конца не выявлено. С учетом быстрого развития VR-технологий и растущей популярности этой области (Смолин, 2018), возникает необходимость изучения воздействия VR-технологий на память пользователей. Исходя из вышесказанного, целью работы является изучение влияния VR-технологий на когнитивные функции студентов с использованием методики регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Регистрировались изменения спектральной мощности ритмов ЭЭГ основных частотных диапазонов (альфа, бета, тета, дельта, гамма) у студентов Самарского университета (20–25 лет) до и после игры в очки виртуальной реальности и проведения тестов на зрительную и слуховую память. ЭЭГ регистрировали на нейровизоре NVX 36 digital DCEEG по международной схеме «10–20». Время регистрации ЭЭГ до и после тестирования составляло 1 мин. В ходе исследования было установлено, что VR-технологии не оказывают отрицательного влияния на мозговую активность студентов; объем зрительной и слуховой памяти у студентов увеличился после использования очков виртуальной реальности, что может свидетельствовать о том, что недолгое использование VR-технологий оказывает положительное влияние на кратковременную память студентов. Проведенные исследования указывают на возможность применения полученных данных для совершенствования использования VR-технологий в различных областях, в том числе при обучении. Результаты исследования могут быть использованы для разработки указаний по использованию виртуальной реальности в образовательных целях, с возможностью повышения эффективности обучения и запоминания информации. Также, исследование может способствовать разработке рекомендаций по использованию VR в повседневности, с учетом возможного влияния на объем памяти и других когнитивных процессов.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ НЕЙРОВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИИ

Артеми́й Ю. Жданов^{1,2}, Даниил В. Гуцин²

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Национальный исследовательский университет ИТМО

artemichzdanov@gmail.com

В данной работе предлагается применить метод пространственной линейно-ограниченной фильтрации для решения обратной задачи ЭЭГ с целью уменьшения погрешности локализации и улучшения пространственного распределения локализованного сигнала [1]. Одной из основных проблем современных исследований в области локализации нейронной активности с использованием метода обратной задачи электроэнцефалографии является низкое пространственное разрешение, что проявляется в значительных погрешностях локализации сигнала и его пространственного распределения. В рамках данной работы предлагается использовать линейно ограниченную пространственную фильтрацию, основанную на априорной информации об активности источников.

1. Nauk et al., Neuroimage 2022

Исследование произведено при поддержке: «ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант № 1021062411653-4-3.1.8

НЕВЕРБАЛЬНОЕ ОБЩЕНИЕ КАК УСТОЙЧИВАЯ ДОМИНАНТА И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО АЛЬЯНСА

Ольга В. Жуква

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

volgazhukova@gmail.com

Доклад посвящен исследованию невербального общения как устойчивой доминанте и физиологической основе эффективного терапевтического альянса. Доклад выполнен методом фМРТ. Изучали структуру крупномасштабных нейронных сетей (КНС) головного мозга пациентов с депрессией в условиях сформированного и не сформированного терапевтического

альянса в диаде «пациент — врач» в процессе совместной игровой деятельности. Для обеспечения контролируемого физиологическими методами невербального диалога в реальном масштабе времени была разработана специальная игра, требующая достижение цели за минимальное время. Врач выполнял роль «ведущего» — на его мониторе появлялся скрытый объект. Задача врача — невербальными средствами коммуникации подсказывать пациенту, где находится цель. Пациент выполнял роль «ведомого» (пациент) — его задача была, как можно быстрее, ориентируясь на невербальные подсказки «своего» или «чужого» врача, найти цель. В соответствии со спецификой проведения фМРТ-исследования синтезировали несколько фаз стимуляции: просто смотреть друг на друга, играть со своим или чужим врачом, а также играть с компьютером. Всего приняло участие 6 пар участников (врач — пациент) и 6 пар (не врач — пациент). Выявлены отдельные области, входящие в крупномасштабную нейронную сеть, выполняющую ключевую роль в оптимизации невербального взаимодействия двух людей. Показаны отличия в локализации КНС в условиях сформированного и не сформированного терапевтического альянса. Проведена оценка и сравнение уровня активации в указанных областях с эффективностью целенаправленной деятельности каждой пары участников.

МОДУЛЯЦИЯ ДОФАМИНОВОЙ ПЕРЕДАЧИ В ПРИЛЕЖАЩЕМ ЯДРЕ ПОСРЕДСТВОМ ФОНТУРАЦЕТАМА

Владислав А. Завьялов

Санкт-Петербургский государственный университет

vladislav.zavyalov@spbu.ru

Фонтурацетам представляет собой ноотропный препарат, который обладает способностью ингибировать обратный захват дофамина, что делает его перспективным кандидатом для лечения болезни Паркинсона, апатии и синдрома дефицита внимания и гиперактивности [1], [2]. В более ранних работах изучение механизма действия данного препарата на дофаминэргическую систему проводилось с использованием микродиализа [3]. Этот метод позволяет оценить влияние препарата на дофаминовую систему *in vivo*, однако серьезным недостатком этого метода является низкое временное разрешение. Для преодоления этого ограничения в данном исследовании был использован метод быстрой сканирующей вольтамперометрии

три (FSCV). Целью данной работы выступает исследование воздействия фонтуретама на выброс дофамина в прилежащем ядре перегородки (NAc) с помощью метода FSCV. В эксперименте использовались крысы стока Вистар (200–300 г). У анестезированных животных (уретан в дозе 1,5 г/кг) оценивались параметры выброса и обратного захвата дофамина каждые 10 мин в течение получаса до введения препарата и каждые 10 мин в течение 2 ч после введения препарата в одной из трёх концентраций: 50, 100 и 150 мг/кг. Полученные данные анализировали при помощи теста Крускала-Уоллиса (КУ). В качестве оценки использовали время между восходящим и нисходящим участками кривой на половине её высоты, отражающую скорость обратного захвата дофамина. Результаты измерений нормировали, за 100 принимали средние значения данного параметра до введения препарата. Обнаружено статистически значимое уменьшение скорости обратного захвата дофамина, ассоциированное с введением препарата (тест КУ $p = 0,0009$). Статистически значимые различия были получены для дозировок 100 ($p = 0,0372$) и 150 ($p = 0,0184$) мг/кг, различий между 100 и 150 мг/кг не выявлено. Полученные результаты подтверждают полученные ранее данные, что фонтуретам — ингибитор обратного захвата дофамина, а препарат — перспективное средство фармакокоррекции заболеваний, связанных с гиподофаминергией.

1. Мокина и др. Лечебное дело. 2010
2. Федин и др. Нервные болезни. 2010
3. Sommer et al., Int. J. Neuropsychopharmacol. 2014

Исследование произведено при поддержке: «Санкт-Петербургский государственный университет», грант 95444211

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ МОНОМЕТИЛИРОВАННОГО ПО ЛИЗИНУ 4 ГИСТОНА H3 (H3K4ME1) В МОЗГЕ МЕДОНОСНОЙ ПЧЕЛЫ ПОСЛЕ ОБУЧЕНИЯ

Татьяна Г. Зачепило

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

zachepilo_t@infran.ru

Формирование памяти сопровождается двумя волнами транскрипции. Сначала наблюдается транскрипция генов раннего ответа, продукты ко-

торых в дальнейшем активируют экспрессию генов позднего ответа. Для регуляции этих процессов необходимо участие белковых комплексов, ремоделирующих хроматин (метилование ДНК, фосфорилирование, ацетилирование, метилирование и др. гистонов). Монометилование гистона H3 (H3K4me1) показано для промоторов транскрипционно активных генов и для энхансеров и ассоциировано с транскрипционной активностью хроматина. Метилование гистона H3 при формировании памяти у медоносной пчелы было показано ранее. В настоящей работе исследовали особенности локализации H3K4me1 в мозге медоносной пчелы через 1 ч после обучения. У 10–20-суточных пчел вырабатывали условный обонятельный рефлекс вытягивания хоботка. Сочетали условный стимул — запах гвоздики с пищевым подкреплением (50 % сахарный сироп). При однократной схеме обучения сочетание стимулов предьявляли единожды. При трехкратной — трижды с интервалом 6 мин между предьявлениями. Контролем служили пчелы, которым предьявляли стимулы отдельно, с интервалом 3 мин. Предварительно пчел тестировали на пищевую и сенсорную возбудимость. Проверяли сохранность рефлекса в памяти через 60 мин. Далее извлекали мозг, фиксировали в формалине, обезвоживали. Готовили парафиновые блоки и срезы по стандартной методике. Иммуногистохимическое окрашивание проводили с антителами к H3K4me1, с последующей визуализацией DAB. Оценивали оптическую плотность (пакет ImageJ) внутренних нейронов каликсов грибовидных тел мозга в опытной и контрольной группах. Было обнаружено, что латеральные медиальные каликсы грибовидных тел окрашивались сходным образом. По интенсивности окрашивания правые и левые каликсы не различались. Достоверное повышение интенсивности окрашивания выявлено в левых каликсах на срезах, полученных от пчел с трехкратным обучением относительно контрольной группы. Для однократного обучения не было показано такого значимого повышения. Таким образом, подтверждаются полученные ранее данные о преимущественном вовлечении в формировании обонятельной памяти нейронов левых каликсов грибовидных тел мозга пчелы.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ЖИВОПИСИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ

Екатерина М. Зинченко, Екатерина А. Лазунина, Алия В. Букушева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет
имени Н. Г. Чернышевского

Odonata1108@yandex.ru

Произведения искусства способны значительно воздействовать на зрителей благодаря вызываемым эмоциям. В живописи существует множество различных направлений и стилей. Предполагается, что процесс рассматривания произведений разных направлений сопровождается отличиями в окуломоторной активности (ОМА). Также стоит учесть, что каждый человек предпочитает то или иное направление живописи, что связано с его эмоциональной реакцией, его культурными особенностями, образованием и личным опытом. Выбор художественного стиля также может зависеть от характера, социальных трендов и потребности в новизне. В связи с этим целью исследования явилось построение модели прогнозирования предпочтения того или иного направления живописи на основе особенностей ОМА. Исследование проводилось с участием 117 человек в возрасте от 18 до 57 лет на базе лаборатории когнитивной психологии СГУ им. Н. Г. Чернышевского. Для выявления особенностей окуломоторной активности использовали стационарную систему бинокулярного трекинга глаз Eye Tracker (модели RED 500 System, произведенного SMI). В качестве стимульного материала были отобраны десять картин по две в каждом направлении: реализм, импрессионизм, модерн, кубизм и сюрреализм. Цифровые репродукции в высоком разрешении были представлены в одинаковой последовательности всем участникам. Участникам было дано указание свободно рассматривать каждую картину в течение 10 секунд на экране айтрекера. Далее участников просили указать направление, которое они предпочли. Для анализа данных использовались следующие методы машинного обучения: случайный лес, логистическая регрессия, градиентный бустинг и нейронная сеть. Классификация выполнялась на основе данных отслеживания глаз, целевым признаком являлось предпочтение направления искусства испытуемого. Градиентный бустинг продемонстрировал хорошие возможности прогнозирования с коэффициентом детерминации, равным 0,92. Это подчеркивает эффективность метода в понимании и про-

гнозировании оценок предпочтения направления искусства на основе предоставленных характеристик. Таким образом, установлено, что возможно спрогнозировать какому направлению живописи отдаст свое предпочтение человек на основе его особенностей восприятия художественных картин. Полученные результаты могут быть полезны в музейной практике при составлении экспозиций или составлении маршрутов движения в музейном пространстве. В частности, для адаптации музейного пространства с целью повышения психологического комфорта посетителей.

НАРУШЕНИЕ ГАМК-ЕРГИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ В ГИППОКАМПе КАК ПРЕДПОСЫЛКА К РАЗВИТИЮ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Андрей П. Ивлев¹, Радмила А. Филиппова², Юлия С. Григорьева¹,
Елена В. Черниговская¹

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ndrewivlev1410@gmail.com

Существует множество типов эпилептиформных состояний. Одним из плохо изученных видов данного заболевания у человека является рефлекторная эпилепсия, которая формируется в ходе постнатального развития. Линия крыс Крушинского-Молодкиной (КМ) является моделью генетически детерминированной рефлекторной эпилепсии. Животные данной линии характеризуются задержкой в развитии гиппокампа, а также нарушением в активности глутаматергической системы. Тем не менее, данных о развитии ГАМК-ергической системы у крыс КМ в ходе онтогенеза пока недостаточно. В связи с чем, на первом этапе целью работы было оценить особенности активности ГАМК-ергической системы в гиппокампе крыс линии КМ на разных этапах постнатального онтогенеза. На начальных этапах постнатального онтогенеза было выявлено снижение уровня белков GAD67, парвальбумина и транспортеров хлорид-иона KCC2 и NKCC1 наряду с увеличением уровня α -СЕ ГАМК-А рецептора. Начиная с 60-го дня онтогенеза и до старости мы наблюдали увеличение уровня белков GAD67 и парвальбумина, снижение уровня α СЕ ГАМК-А рецептора. Уровни белков транспортера хлорид-иона достигли контрольных значений только к P120. Можно заключить, что у взрослых животных со сформированной

судорожной готовностью наблюдается увеличение активности ГАМК-ергической системы, которое предохраняет гиппокамп от гиперактивации в латентном состоянии рефлексорной эпилепсии. Обнаруженные отличия сохраняются и при старении. Однако при многократных звуковых стимуляциях крыс линии КМ по протоколу аудиогенного киндлинга происходит распространение эпилептиформной активности в гиппокамп и височную кору, что позволяет расценивать этих крыс как адекватную модель височной эпилепсии. Несмотря на то, что височная эпилепсия наиболее широко распространена, механизмы регуляции ГАМК-ергической системы остаются мало изучены. Целью следующего этапа исследования было оценить влияние аудиогенного киндлинга на активность ГАМК-ергической системы в гиппокампе крыс линии КМ. Было обнаружено, что длительный киндлинг приводит к снижению уровня белков-маркеров продукции ГАМК (GAD67), её выведения (SNAP25, SV2A, VGAT) и рецепторного связывания (α -СЕ ГАМК-А рецептора), что свидетельствует о снижении ингибирующей активности ГАМК в гиппокампе при височной эпилепсии. Таким образом, было показано нарушение активности ГАМК-ергической системы гиппокампа в ходе формирования рефлексорной эпилепсии, что возможно является предпосылкой для развития височной эпилепсии при многократных судорожных припадках.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант № 075- 00263-25-00

АНАЛИЗ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕЧИ И МИМИЧЕСКОЙ ЭКСПРЕССИИ ДЕТЕЙ 8–11 ЛЕТ

Абылай Ильяс

Санкт-Петербургский государственный университет

abilay460@gmail.com

Для изучения эмоциональной сферы детей используются различные подходы. Одним из них является перцептивный эксперимент, проводимый с целью определения взрослыми эмоциональных состояний детей по их речи и мимике. Цель исследования — определить перцептивные характеристики речи и мимической экспрессии мальчиков и девочек 8–11 лет. В исследовании приняли участие 16 типично развивающихся детей 8–11 лет (8 мальчиков и 8 девочек). Аудиозапись речи и видеозапись мимической

экспрессии детей проведена при выполнении ими тестовых заданий методики CEDM, направленной на изучение эмоциональной сферы детей с типичным и атипичным развитием. Два эксперта аннотировали речь и мимическую экспрессию детей в модельных ситуациях «диалог с экспериментатором», «интервью об эмоциях» и «актёрская игра» на 4 эмоциональных состояния — радость, нейтральное состояние, печаль и гнев. Ситуация «актёрская игра» заключалась в том, что экспериментатор просил ребенка изобразить на лице эмоциональные состояния — актёрская мимика, и при прочтении специального речевого материала — актёрская речь. Из аннотированных фрагментов составили тестовые последовательности: 2 последовательности, содержащие спонтанную речь детей, 2 — актёрскую речь (аудио тесты), 2 последовательности видео фрагментов с актёрской мимикой детей (видео тест). Аудио тесты предъявляли аудиторам (n = 10), видео тесты — экспертам (n = 6) для определения эмоционального состояния детей. По результатам перцептивного эксперимента: аудиторы распознают состояние радости по спонтанной речи мальчиков и девочек с более высокой точностью, чем другие эмоциональные состояния, печаль и гнев определяются аудитором хуже. Аудиторы распознают нейтральное состояние и состояние гнева по спонтанной речи мальчиков лучше, чем по спонтанной речи девочек. Точность распознавания аудитором состояния гнева по актёрской речи детей — минимальна. Аудиторы лучше распознают состояние гнева по актерской речи мальчиков, чем по актёрской речи девочек. Анализ актёрской мимики детей показал, что максимальная точность достигается при распознавании состояния радости. Состояние печали и гнева по мимической экспрессии мальчиков эксперты определяют более точно, чем по мимической экспрессии девочек. Нейтральное состояние по мимической экспрессии девочек эксперты распознают лучше, чем по мимической экспрессии мальчиков. Таким образом, на основе перцептивного анализа получены данные об особенностях эмоциональной речи и мимической экспрессии мальчиков и девочек 8–11 лет.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 22-45-02007.

ВЛИЯНИЕ ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ НА УРОВЕНЬ БЕЛКОВ ПЛОТНЫХ КОНТАКТОВ В ЛОБНЫХ ДОЛЯХ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШЕЙ DB/DB

Ирина Г. Исаева

Санкт-Петербургский государственный университет
st076150@student.spbu.ru

Нарушение гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) связано с увеличением риска развития депрессии, повышением тревожности и когнитивных дисфункций. Оптимальные условия функционирования ГЭБ обеспечиваются, в том числе, белками плотных контактов, важную роль в которых играют клаудины. Распределение различных изоформ клаудина, вносящих различный вклад в проницаемость эндотелия сосудов, является важной проблемой физиологии тканевых барьеров в центральной нервной системе. Клаудин-5 является основным барьерообразующим белком эндотелия сосудов головного мозга. Клаудин-2 представлен в лобных долях головного мозга, как в эндотелии, так и в нейронах. В кластеризации белков плотных контактов в плазматической мембране клеток важную роль играют липидные рафты. К основным факторам, способным влиять на кластеризацию клаудинов при сахарном диабете 2 типа (СД2), относят гиперлипидемию, гипергликемию и гиперинсулинемию. Для проверки гипотезы о возможном влиянии нарушений метаболизма липидов на функционирование ГЭБ применяли липовую кислоту, которая снижает гиперлипидемию. Целью данной работы является оценка уровня белков плотных контактов в лобных долях головного мозга мышей db/db, являющихся моделью диабета 2 типа. Использовали самцов мышей db/db (36 недель), контрольные животные — мыши C57BL. Для компенсации гиперлипидемии опытной группе мышей вводили липовую кислоту (в/б, 14 дней) в дозе 100 мг/кг массы тела. Контрольным животным вводили 0,9 % NaCl в эквивалентном объеме. Анализ уровня клаудина-2, —5, —12 в лобных долях головного мозга проводили с помощью метода Вестерн-блот. Двигательная активность оценивалась в тесте «Открытое поле». Статистическая обработка результатов проводилась с помощью двухфакторного дисперсионного анализа, в качестве метода множественного сравнения использовался тест Тьюки. Мыши db/db обладали повышенным весом, а также достоверным снижением скорости передвижения и пройденной дистанции. В лобных долях головного мозга мышей db/db обнаружено достоверное увеличение

уровня клаудина-2 и —5 по сравнению с мышами C57BL, уровень клаудина-12 не изменялся. Анализ уровня DDAH1 как фермента, регулирующего синтез оксида азота, у мышей db/db также не изменялся. Применение липовой кислоты не влияло на уровень всех исследуемых белков. Результаты свидетельствуют, что при развитии диабета 2 типа происходит изменение молекулярных компонентов ГЭБ. Вклад дислипидемии в изменение функций ГЭБ требует дальнейших исследований.

РАСПОЗНАВАНИЕ ПОДРОСТКАМИ ЭМОЦИЙ ПО ВИДЕО- И АУДИО- ТЕСТАМ

Егор А. Клещев

Санкт-Петербургский государственный университет
st069282@student.spbu.ru

Способность к восприятию эмоций по голосу и мимике является важным компонентом социальных взаимодействий людей. У подростков с интеллектуальными нарушениями (ИН) эта способность может быть ограничена или нарушена. Цель исследования — сравнить способность к распознаванию эмоций по мимике и голосу типично развивающимися (ТР) подростками и подростками с ИН, выявить связи между психофизиологическими характеристиками подростков и их способностью к распознаванию эмоций. Исследование выполнено с использованием тестовых заданий методики оценки сформированности эмоциональной сферы детей «Child Emotion Development Method», (CEDM). В исследовании приняли участие 25 подростков в возрасте 12–14 лет: 15 ТР; 10 — с ИН легкой степени. Подростки выполняли 3 типа заданий на распознавание эмоциональных состояний «радость — нейтральное — печаль — гнев»: по статическим изображениям (тест 1 — лица детей, тест 2 — лица взрослых, тест 3 — абстракции); по динамическим изображениям (мультфильм); по аудио-тесту (эмоциональная речь детей). Определяли психофизиологические характеристики подростков: пороги слуха методом тональной аудиометрии; фонематический слух. По лицам детей подростки обеих групп распознают эмоции с одинаковой точностью. ТР девочки лучше распознают эмоции по лицам взрослых и абстракциям изображениям по сравнению с девочками с ИН. ТР подростки более точно определяют эмоциональные состояния героев мультфильма по сравнению с подростками с ИН, мальчики с ИН лучше девочек с ИН. ТР подростки лучше распознают эмоции по голосу детей по

сравнению с подростками с ИН. ТР подростки более точно распознают состояния радости и гнева, менее точно — нейтральное состояние. Подростки с ИН более точно определяют состояния радости и печали, менее точно — гнев и нейтральное состояние. Чем меньше ошибок при проверке фонематического слуха совершали подростки с ИН, тем лучше они определяли эмоциональные состояния по голосу детей. В исследовании описаны общие и специфические особенности распознавания эмоций у подростков с типичным развитием и интеллектуальными нарушениями; выявлены межполовые различия в двух группах; определены связи между психофизиологическими характеристиками подростков и их способностью к распознаванию эмоциональных состояний. Полученные данные могут использоваться для разработки подходов коррекции эмоционального развития у подростков с ИН.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 22-45-02007

РОЛЬ РЕФЛЕКТОРНЫХ ПРОЦЕССОВ В СТЕПЕНИ СФОРМИРОВАННОСТИ АРИФМЕТИЧЕСКОГО НАВЫКА

Вероника М. Князева, Надежда В. Полякова, Дарья Д. Ситникова, Денис Г. Федоров, Александр А. Александров

Санкт-Петербургский государственный университет

v.m.knyazeva@spbu.ru

Исполнительные функции являются предикторами арифметических способностей [1]. Считается, что для их выполнения требуется сознание, однако существуют данные о бессознательном выполнении операций с однозначными числами [2]. С развитием навыка сложные когнитивные функции могут переходить на уровень рефлексивных операций. Метод вызванных потенциалов в парадигме видимых/замаскированных прайм-стимулов позволяет оценить вклад автоматической активации, происходящей без привлечения внимания, что может быть основой арифметической успешности. В электрофизиологическом исследовании приняли участие 26 человек (21.4 ± 1.8 лет), разделённых на две группы по уровню арифметического навыка (АН). Использовалась парадигма арифметического прайминга с видимым/замаскированным предъявлением примеров на сложение двух однозначных чисел. Целевым стимулом служил верный/ошибочный результат вычисления. Арифметический эффект N400 (разница

амплитуд ВП на верный/ошибочный результат) при незамаскированном предъявлении примеров выявлен в обеих группах ($p = 0.002$). Анализ динамики ответа позволяет обнаружить эффект N400 у обеих групп в первой трети эксперимента ($p = 0.047$). При замаскированном предъявлении эффект N400 ($p = 0.016$) также наблюдается в первой трети эксперимента, но только в группе с сильным АН. Эффект LPC при замаскированном предъявлении ($p = 0.033$) совпадает с результатами незамаскированного предъявления, где у испытуемых со слабым АН также наблюдается более позитивная амплитуда ВП при предъявлении неправильного ответа ($p = 0.037$). Метод sLORETA выявил различия между типами стимулов в группе со слабым АН во внутритеменной борозде при незамаскированном (N400: $p = 0.016$) и замаскированном (N400: $p = 0.013$; LPC: $p = 0.046$) предъявлении примеров. Таким образом, амплитудные характеристики компонент N400 и LPC демонстрируют различия зависящие от уровня АН в том числе при замаскированном предъявлении стимулов. Эффект N400 у испытуемых с сильным АН указывает на более стойкие ассоциативные связи «задача — ответ», тогда как наличие эффекта LPC при отсутствии активного внимания у испытуемых со слабым АН отражает особенности кодирования информации, связанные с уровнем АН. У испытуемых со слабым АН различия в активации в области внутритеменной борозды могут отражать выполнение математических вычислений даже для простых примеров [3].

1. Bull, Lee. Child dev.persp. 2014
2. Ric, Muller. J. Exp.Psychol.Gen. 2012
3. Skagerlund et al. J.cogn.neurosci. 2019

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 23-78-01220

ИССЛЕДОВАНИЯ МОЗГОВЫХ МЕХАНИЗМОВ НАРУШЕНИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШИХ ПСИХИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У ДЕТЕЙ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ НЕЙРОКОРРЕКЦИИ

Надежда Ю. Кожушко, Сергей А. Евдокимов, Юрий К. Матвеев

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой Российской академии наук

kozhusko56@list.ru

Нейрофизиологические исследования деятельности мозга человека в норме и патологии имеют отличия при работе с детским контингентом, т. к. в этом случае мы чаще имеем дело не с утратой ранее сформированной функции, а с ее незрелостью или повреждением. Цель: лонгитюдные исследования особенностей формирования корковой ритмики на модели аномального онтогенеза у дошкольников и школьников. Методы: количественный анализ ЭЭГ у детей с нарушениями формирования высших психических функций; коррекция нарушенных функций с использованием запатентованных схем локальной гальванизации мозга. Результаты и заключение: проводятся многолетние исследования с использованием модели мозга, формирующегося в условиях аномального онтогенеза. Получены новые данные о локальных и распределенных источниках ритмов ЭЭГ как возможных нейромаркерах отставания в развитии. Показано исходное повышение мощности медленных компонент ЭЭГ в соответствии с тяжестью отставания. Выявлены достоверные системные сдвиги нейродинамики под влиянием воздействия как в стимулируемом полушарии, так и кон- тралатерально: по частотам ЭЭГ (в сторону «ускорения» ведущих ритмов), по распределению генераторов ритмов (уменьшение числа источников замедления), а также в отношении межполушарной асимметрии. Выделены ранние предикторы рисков отставания в развитии. Высокая эффективность метода воздействия (скорость появления результатов, сохранение следов памяти, пролонгированные системные эффекты) основана на формировании поляризационной доминанты, механизмы которой исследованы в России еще в XX веке на основании учения А. А. Ухтомского. Лонгитюдные исследования продемонстрировали преимущества воздействий вблизи корковых проекций зон левой гемисферы. Выбор схем воздействия построен в соответствии с особенностями структуры психологического дефекта. За счет расширения понимания речи отмечено также повышение вербальной регуляции расторможенного, неадекватного поведения, в том числе при нарушениях коммуникации аутистического спектра. На основе высокой нейропластичности детского мозга впоследствии

закономерно следует расширение диапазона коммуникации, повышение способности к обучению, облегчение процессов социализации детей. Исследование произведено при поддержке: «ИМЧ РАН», грант FMMW-2022-0002

ФАКТОР ВИЛЛЕБРАНДА КАК БИОМАРКЕР СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ НЕРВНОЙ ТКАНИ К ИШЕМИЧЕСКОМУ — РЕПЕРFUЗИОННОМУ ПОВРЕЖДЕНИЮ

Мария Э. Колпакова

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

kolpakovame@infran.ru

Трансляционные исследования биомаркеров инсульта в настоящее время развиваются в направлении диагностики объема ишемического повреждения нервной ткани. Целью данного исследования была оценка содержания системных метаболитов в эксперименте на модели ишемии в бассейне средней мозговой артерии (СМАО). Рандомизированное контролируемое исследование проводили на половозрелых крысах — самцах линий WKY массой 250 ± 50 г. Животных делили на группы: ложнопериорированного контроля (ЛО) ($n = 10$) и с ишемией (СМАО) ($n = 10$). Для оценки стрессоустойчивости животных тестировали с помощью физической нагруз- ки. Измерение артериального давления проводили за неделю всем кры- сам с помощью неинвазивного измерения хвост — манжета («Систола», Netrobotics, Россия). Церебральную ишемию моделировали под анестезией смеси золетила и ксилазина в дозе 0,88 мл/кг с помощью монофиламентной окклюзии с последующей реперфузией. Успешная окклюзия подтверждалась КТ-Ангиографией с введением омнипака 2 мл/кг с последующей оценкой неврологической дефицита по Бедерсону (от 1 до 3 баллов). Образцы сыворотки крови получали при эвтаназии экспериментальных животных методом декапитации. Проводили измерение концентрации фактора Виллебранда (vWf), эндотелина-1, тромбомодулина, остеокальцина и др. ТТС окрашивание использовали для оценки объема ишемического-реперфузионного повреждения. Сравнение двух независимых групп проводили при помощи U-критерия Манна-Уитни. Различия оценивались как статистически значимые при $*p < 0.05$. Средние показатели артериального давления у крыс составили: ложнопериорированные $110 \pm 13,9$ мм рт. ст.; СМАО $198,25 \pm 17,2$ мм рт. ст. Объем повреждения у животных с СМАО

составил 32 % от объема мозга. Физическая нагрузка в экспериментальной и контрольной группах сопровождалась отклонениями концентрации vWf в сыворотке. У контрольных животных vWf (ЛО): $672,0 \pm 17,3$; vWF (ЛО с нагрузкой): $737,9^* \pm 25,7$; $*p < 0,05$. Достоверных различий между группами с МСАо с физической нагрузкой и МСАо без нагрузки получено не было (МСАо: $731,5 \pm 15,2$; МСАо с нагрузкой: $745,6 \pm 23,0$; $p > 0,05$). Отклонения сывороточной концентрации vWF, предположительно, можно оценивать в сочетании с объемом ишемического — реперфузионного повреждения головного мозга и рассматривать в качестве биомаркера стрессоустойчивости нервной ткани в эксперименте. Вероятно, тромбогенный потенциал сосудистой стенки (vWF) является сенсорным звеном центральных механизмов регуляции гомеостаза.

ОКУЛОМОТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ СТАРШИХ ПОДРОСТКОВ ПРИ ЧТЕНИИ УЧЕБНЫХ ТЕКСТОВ

Юлия Н. Комкова¹, Марьям М. Безруких², Татьяна С. Рябкова³

¹ФГБНУ «Институт развития, адаптации и здоровья ребенка», Россия

²Московский городской педагогический университет

³Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

julie.komkova@gmail.com

Чтение — сложный когнитивный навык, по мере формирования которого изменяются механизмы чтения и понимания текста. Считается, что частота чтения и опыт чтения определяют прогресс навыка — читатели, которые уделяют чтению больше времени, обладают высоким уровнем понимания [1]. Понимание также связано с морфосинтаксической структурой текста и его типовой принадлежностью [2]. Большинство работ сконцентрировано на изучении чтения у детей (начинающих читателей) и взрослых. Для понимания механизмов процесса чтения оценивается окулomotorная активность (ОМА). Цель настоящего исследования состояла в изучении параметров ОМА у подростков при чтении учебных текстов разного жанра в зависимости от опыта чтения. В исследовании приняли участие учащиеся 9 ($n=22$, $M=15.46$, $SD=0.44$) и 10 ($n=22$, $M=16.77$, $SD=0.42$) классов.

Бинокулярная регистрация ОМА осуществлялась на установке EyeGaze Analyzing System («Interactive Mind») с использованием программы

NYAN (версия 1.3.0.20). Для анализа показатели ОМА отобраны на основе работ [3]. Стимульный материал: учебные тексты (отрывки) — из книги Толстого Л. Н. «Юность — художественный (1); из учебника «Обществознание» — научно-популярный (2)). На фоне общей вариативности анализируемых показателей ОМА, вариативность длительности прогрессивных фиксаций у учащихся 9 и 10 классов при чтении обоих текстов была наименьшей — на уровне 10 %. Это отражает стабилизацию паттерна чтения при движении по строке. При этом у учащихся 10 класса средняя длительность разных типов фиксаций была ниже. От 9 к 10 классу отмечено улучшение позиционирования взора при межстрочном переходе — он более точен, что достигается благодаря активному парафовеальному просмотру. Выявлен эффект влияния «жанра текста» на показатель количества фиксаций на слог, позволяющий судить об уровне сформированности навыка чтения и переходе к пословесному чтению, а также словарном запасе, при чтении (1) текста он был выше ($p < 0.001$). Первый текст содержит художественное описание реалий прошлого, и требует эффективного вовлечения воображения для того, чтобы правильно понимать и интерпретировать содержание текста. Полученные результаты показывают, что с увеличением опыта чтения происходит автоматизация процесса чтения. ОМА при чтении текстов разных жанров позволяет увидеть тонкие различия в механизмах восприятия и понимания текста.

1. Locher, Pfof. J. Res. Read. 2014
2. van den Broek. Science. 2010
3. Безруких, Иванов. Нов. ис. 2014

ВРЕМЯ РЕАКЦИИ, КАК ПОКАЗАТЕЛЬ АВТОМАТИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНЫХ ЕДИНИЦ ЧТЕНИЯ ПРИ ОНЛАЙН-ДИАГНОСТИКЕ ДЕКОДИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ 2–8 КЛАССОВ

Александр Н. Корнев, Полина А. Бойченкова, Юлия Л. Оганова, Сергей Р. Оганов

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия k1949@yandex.ru

Совершенствование навыков декодирования и декодирования сопровождается укрупнением оперативных единиц чтения (ОПЕЧ) [1]. Для более точного определения ОПЕЧ разработана методика Тест оперативных еди-

ниц чтения (ТОПЕЧ) [1]. Ее использование предполагает чтение ребенком вслух списка слогов разной сложности. Задачей настоящего исследования было создание компьютерной онлайн — методики ТОПЕЧон, построенной на аналогичном принципе, но без озвучивания вслух слогового материала. Основной ее принцип аналогичен ТОПЕЧ: оценка времени опознания слога, зависящее от того, происходит ли рекодирование слога СГ в два такта (сначала Г, затем С и наконец слияние) или одномоментно. Для апробации ТОПЕЧон и получения возрастных нормативов была отобрана случайным методом группа учащихся 2–8 классов: 250 чел. по 35–36 чел. в каждой возрастной группе. Исследование проводилось с помощью планшета, онлайн, индивидуально в присутствии специалиста. При исследовании компьютерная программа в автоматическом режиме предъявляла испытуемому устный речевой звук, однозначное число или слог через наушники аудиально; задача — выбрать соответствующий графический эквивалент из четырех стимулов, предъявленных на экране, один из которых — целевой. Предъявлялись 5 типов заданий — отыскивание: 1) цифр, 2) букв, 3) слогов типа СГ или ГС, 4) слогов СГС, 5) слогов ССГ. Автоматически регистрировалось время между окончанием аудиального слога и нажатием на соответствующее изображение графического слога в таблице на экране планшета. Автоматически вычислялся индекс целостного опознания каждого стимула. Эталонным индивидуальным временем реакции (ВР) при целостном опознании однозначного числа принимался индивидуальное ВР в числовой таблице по аналогичной схеме. Полученные результаты обработаны с помощью пакета SPSS. MANOVA — анализ показал, что класс является достоверно значимой детерминантой для индексов автоматизации слогов СГ ($F = 3,954$; $p = 0,001$), СГС ($F = 4,525$; $p = 0,000$) и ССГ ($F = 4,913$; $p = 0,000$). Однако апостериорное попарное сравнение различий индексов между классами по критерию Бонферрони выявило достоверные различия на слоги СГ только в парах 3-4 и 3-6, на слоги СГС в парах 2-6, 3-6 и 2-8, а на слоги ССГ — в парах 2-6, 2-8, 3-6, 3-7 и 3-8. Общая выявленная тенденция — сокращение ВР и индекса целостного опознания, что свидетельствует об автоматизации целостного опознания более крупных ОПЕЧ.

1. Корнев, Ишимова. Методика диагностики дислексии у детей, 2010

ПОТЕРЯ СЛУХА ВО ВЗРОСЛОМ ВОЗРАСТЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТА ПОСЛЕ КОХЛЕАРНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ — ВЗГЛЯД С ПОЗИЦИЙ ТЕОРИИ А. А. УХТОМСКОГО О ДОМИНАНТЕ

Инна В. Королева¹, **Мария Б. Пази**²

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт уха, горла, носа и речи, Россия

²Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

prof.inna.koroleva@mail.ru

Потеря слуха во взрослом возрасте приводит к значительным изменениям в личной и профессиональной жизни человека вследствие нарушения коммуникации. Благодаря современному высокотехнологичному методу лечения глухоты — кохлеарной имплантации (КИ) у таких пациентов может быть восстановлено слуховое восприятие речи и коммуникация, что позволяет человеку вернуться к обычной жизни и работе. КИ, как комплексная технология включает 3 этапа — отбор кандидатов на операцию КИ, хирургическую операцию по имплантации цепочки электродов, стимулирующих дендриты нейронов спирального ганглия и заменяющих погибшие слуховые рецепторы, в улитку внутреннего уха, послеоперационную реабилитацию (настройка процессора импланта и слухоречевой тренинг). В докладе предпринята попытка рассмотреть с позиций теории доминанты А. А. Ухтомского 3 состояния таких пациентов — потеря слуха, подготовка к КИ и послеоперационная слухоречевая реабилитация. Согласно теории, доминанта определяет направленность восприятия человека. Очевидно, что после потери слуха, когда исчезает слуховая стимуляция, доминирующим каналом восприятия при коммуникации становится зрительный канал, посредством которого человек общается с окружающими (чтение с губ, анализ мимики, жестов, кинезнаков, ситуации в целом, письмо). Физиологические исследования демонстрируют перестройку активности зон мозга поздноглухшего человека и, прежде всего, повышенную активацию зрительных зон. При длительном периоде глухоты может происходить «перепрофилирование» участков слуховой коры на обработку других стимулов: в том числе визуальных. На этапе отбора пациента на КИ важным является его подготовка к новым слуховым ощущениям с КИ и слухоречевой тренировке. Формирование у пациента адекватных ожиданий с учетом этиологии и характера течения заболевания, длительности периода глухоты способствует выработке него установки (доминанты) на активную слуховую тренировку, предотвращает

возникновение негативных эмоций, вызванных непривычными слуховыми ощущениями, неспособностью понимать речь на начальном этапе. Рассматриваются приемы слуховой тренировки с сурдопедагогом и само-тренировки, направленные на формирование нового доминантного очага возбуждения в слуховой коре и подавление старого доминантного очага в зрительной. Один из докладчиков — пользователь системы КИ описывает свои ощущения с точки зрения изменения доминанты как фактора, который интегрирует ощущения в целостный образ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОРКОВЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ В ЗАДАЧЕ НА УДЕРЖАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНО ОКРАШЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ У ПОДРОСТКОВ И ВЗРОСЛЫХ

Екатерина В. Кочеткова^{1,2}, Регина И. Мачинская¹

¹ФГБУН Институт развития, здоровья и адаптации ребенка, Россия

²Центральный экономико-математический институт Российской академии наук

k.v.kochetkova@gmail.com

Согласно литературным данным, мозговые системы, вовлеченные в регуляцию эмоций, могут иметь общие звенья с системами когнитивного контроля и рабочей памяти [1]. При этом показано, что обработка эмоционально окрашенной информации может зависеть как от эмоциональной валентности и интенсивности стимулов, так и от других характеристик, например, наличия социального контекста [2]. Цель настоящей работы состояла в сравнительном ЭЭГ исследовании функциональной организации рабочей памяти при удержании эмоционально окрашенных изображений различной валентности, содержащих и не содержащих социальный контекст, в группах взрослых (N = 23) и подростков 12–15 лет (N = 19). Исследование состояло из трех блоков, различающихся типом зрительных стимулов (изображений с разной эмоциональной валентностью): 1) с нейтральными по эмоциональной валентности стимулами, 2) с эмоционально окрашенными стимулами, не содержащими социальный контекст, 3) с эмоционально окрашенными стимулами, содержащими социальный контекст. Участникам требовалось определить, совпадает ли категория (блок 1)/валентность (блоки 2 и 3) тестового стимула с категорией/валентностью стимула, отстоящего от тестового на 2 шага

назад. Сопоставление ЭЭГ показателей функциональной связности у взрослых и подростков для альфа и тета частотных диапазонов показало, что значимые межгрупповые различия наблюдались для корковых зон, ассоциируемых с удержанием внимания и когнитивным контролем (орбитофронтальной и передней поясной коры). При этом, у подростков (в отличие от взрослых) в целом не наблюдалось значительной разницы при удержании эмоционально окрашенной и нейтральной информации. Эта особенность, по-видимому, может быть связана с периодом формирования систем эмоциональной регуляции и значительным индивидуальным разбросом в показателях функционального взаимодействия. В то же время анализ показал, что у подростков при удержании не совпадающих по валентности стимулов наблюдается рост степени связности в областях, связанных с саморегуляцией и когнитивным контролем по сравнению со взрослыми, что может отражать более значительные усилия, затрачиваемые на обработку эмоционально конфликтной информации.

1. Frank et al. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 2014

2. Kosonogov et al. *Cognition and Emotion.* 2019

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗОФОРМ–СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ NA, K-АТФАЗЫ С МОЛЕКУЛЯРНЫМ ОКРУЖЕНИЕМ

Игорь И. Кривой

Санкт-Петербургский государственный университет iikrivoi@gmail.com

Проблемы возбудимости и пластичности остаются актуальными в нейробиологии со времен классических работ Н. Е. Введенского и А. А. Ухтомского. Основную роль в поддержании электрогенеза и возбудимости клеток играет активность Na, K-АТФазы. В мышечной, нейрональной и эпителиальной тканях экспрессируются альфа1-, альфа2- и альфа3-изоформы каталитической и транспортной альфа-субъединицы Na, K-АТФазы, функциональные взаимодействия которых с молекулярным окружением во многом остаются неясными. Перечисленные ниже приоритетные данные получены нами в опытах на базе СПбГУ, а также в совместных исследованиях с российскими и зарубежными партнерами. Доказано, что альфа1-Na, K-АТФаза играет основную роль в поддержании

электрогенеза, возбудимости и работоспособности скелетной мышцы; альфа2-Na, К-АТФаза отличается пластичностью за счет специфической мембранной локализации, функциональных и молекулярных взаимодействий с белковым и липидным окружением. Выявлен мультимолекулярный комплекс никотинового холинорецептора с альфа2-Na, К-АТФазой, участвующий в поддержании постсинаптического электрогенеза и эффективности нервно-мышечной передачи, включающий также белок FXYD1, кавеолин-3 и холестерин. Установлен молекулярный механизм функциональных нарушений альфа2-Na, К-АТФазы, приводящих к деполяризации и снижению возбудимости сарколеммы при двигательной дисфункции. Эти нарушения относятся к наиболее ранним событиям, которые предшествуют развитию мышечной атрофии и сопровождаются деструкцией концевых пластинок и липидной фазы сарколеммы. Исследованы эффекты наномолярных концентраций специфического лиганда Na, К-АТФазы убаина (соответствующих уровню его циркулирующего эндогенного аналога). Выявлена способность убаина модулировать мембранную локализацию и активность альфа2-Na, К-АТФазы, что может быть основой протективных свойств убаина в условиях нарушений электрогенеза скелетной мышцы (двигательная разгрузка, радиационное поражение). Установлены нейропротекторные свойства убаина в условиях эксайтотоксичности и накопления внутриклеточного кальция в нейронах коры головного мозга, предположительно реализуемые за счет функциональной связи альфа3-Na, К-АТФазы и Na, Са-обменника. Выявлены функциональное взаимодействие альфа1-Na, К-АТФазы и клаудинов, ключевых белков межклеточного транспорта, и способность убаина модулировать экспрессию этих белков, что лежит в основе его протективного эффекта в условиях радиационного поражения кишечного эпителия. Исследования поддержаны грантами СПбГУ, РФФИ и РФН.

ОСОБЕННОСТИ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ У ЭЛИТНЫХ СПОРТСМЕНОВ: ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛОВ, СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЯМИ

Юрий Д. Кропотов¹, Марина В. Пронина¹, Игорь Н. Митин², Михаил Д. Дидур¹, Кирилл С. Назаров²

¹ФГБУН Институт мозга человека имени Н. П. Бехтерева РАН, Санкт-Петербург, Россия

²ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

yurykropotov@yahoo.com

Целью данного исследования являлось использование алгоритма слепо-го разделения источников потенциалов, связанных с событиями, в GO/NOGO тесте для выделения скрытых компонент когнитивного контроля у человека и выявления его особенностей у элитных спортсменов. С этой целью 19 — канальная ЭЭГ регистрировалась у двух групп участников: студентов и спортсменов высокой квалификации. Наибольшие различия между группами наблюдались в двух скрытых компонентах и были связаны с большей нейронной активностью у спортсменов. Первый компонент генерировался в премоторной коре и был ответственен за подготовку к моторному ответу. Второй компонент генерировался в передней поясной извилине и был связан с процессом мониторинга действий. Обсуждается использование методов нейромодуляции для усиления когнитивного контроля у спортсменов.

Исследование произведено при поддержке: «ФГБУ Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия», грант АААА-А20-120021990059-0

ССП-КОРРЕЛЯТЫ РАСПОЗНАВАНИЯ БУКВ И СИМВОЛОВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ УСВОЕНИЯ ГРАМОТЫ У ДИСЛЕКСИКОВ И ДЕТЕЙ БЕЗ НАРУШЕНИЯ ЧТЕНИЯ

Ольга В. Кручинина^{1,2}, Елизавета И. Гальперина^{1,2}, Александр Н. Корнев²

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский Государственный Педиатрический Медицинский Университет МЗ РФ, Россия

kruchinina_ol@mail.ru

Дислексия представляет собой специфическое нарушение чтения, встречающееся у школьников во всем мире. Несмотря на то, что нейрофизиологические механизмы дислексии широко изучаются, практически не охарактеризованы траектории развития дислексиков на разных уровнях освоения чтения (буквы, слоги, слова, предложения и тексты). Цель нашего исследования: изучить возрастные изменения связанных с событиями потенциалов (ССП) мозга при восприятии букв и символов у детей с дислексией (DYS) и типично развивающихся детей (TD). В исследовании принял участие 71 ребенок младшего школьного возраста (7–11 лет), 38 из них с диагнозом дислексия. Участники были разделены на две возрастные группы: 7–8 лет и 9–11 лет. Показано, что траектория возрастных изменений ССП фронтальных и теменно-височных областей у детей с дислексией отличается от таковой у сверстников без нарушений чтения. Значимые различия в точности классификации были выявлены между младшими подгруппами TD и DYS (7–8 лет), и нивелировались в старших подгруппах (9–11 лет). Эффект «print sensitivity» проявился только у детей TD 7–8 лет, и отсутствовал у дислексиков. Возрастные изменения амплитуд ВП также значительно различались: у детей TD амплитуды ранних и среднелатентных компонентов (P1, N1, P2) снижались с возрастом, тогда как поздние положительные компоненты (LPC) увеличивались. В то время как, у детей DYS с возрастом наблюдалось увеличение амплитуд ранних компонентов и снижение амплитуд поздних компонентов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что, несмотря на схожесть поведенческих показателей у детей 9–11 лет, нейронные механизмы обработки букв остаются различными у детей с дислексией и их сверстников без нарушения чтения. Атипичные траектории развития у детей с дислексией могут отражать компенсаторные стратегии или задержку нейрональной специализации.

Предполагается, что перераспределение ресурсов от низкоуровневых к высокоуровневым когнитивным процессам происходит по мере автоматизации распознавания буквенных образов. У детей с дислексией, испытывающих трудности с автоматизацией низкоуровневых навыков чтения, такое перераспределение не происходит, что, возможно, ведет к снижению амплитуды поздних когнитивных компонентов с возрастом. Данное исследование подчеркивает важность учета как поведенческих, так и нейрофизиологических показателей для понимания трудностей чтения и необходимости разработки целенаправленных вмешательств, учитывающих уникальные нейронные профили детей с дислексией.

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКИ И НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ХРОНИЧЕСКОЙ НИЗКОЧАСТОТНОЙ ЭЛЕКТРОМИОСТИМУЛЯЦИИ НА ОБЪЕМНУЮ ПЛОТНОСТЬ И ФУНКЦИИ МИТОХОНДРИЙ КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ КРЫС WISTAR

Анастасия А. Кулишенко^{1,2}, Борис С. Шенкман¹, Роман О. Боков¹, Глеб В. Галкин¹, Кристина А. Шарло¹, Ольга В. Туртикова¹, Екатерина Н. Скитева^{1,3}, Валерия Б. Вайс², Ирина М. Вангели², Лора Е. Бакеева²

¹Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

³Российский научно-исследовательский нейрохирургический институт им. проф. А. Л. Поленова — филиал Федерального государственного бюджетного учреждения Национального медицинского исследовательского центра им. В. А. Алмазова, Россия

aakulishenko2001@mail.ru

Снижение выносливости и ухудшение состояния опорно-двигательного аппарата является одной из важных проблем при выполнении космических миссий. Известно, что скелетные мышцы, в частности, позная камбаловидная мышца (m. soleus), подвергаются значительным изменениям в условиях микрогравитации. Митохондрии скелетных мышц играют ключевую роль в поддержании их функционирования, однако их адаптация к гравитационной разгрузке мало изучена. Метод электромиостимуляции является средством профилактики для предотвращения атрофии скелетных мышц космонавтов и потенциально способен предупреждать дисфункцию митохондрий. Цель работы — исследовать

влияние моделируемой гравитационной разгрузки и нервно-мышечной хронической низкочастотной электромиостимуляции на объемную плотность и функции митохондрий *m. soleus*. Моделирование гравитационной разгрузки (14 суток) провели на самцах крыс Wistar (180–210 г) с использованием антиортостатического вывешивания. Хроническую низкочастотную электромиостимуляцию (10 Гц, 0,2–0,4 А, 8 ч/сутки, 14 суток) *m. soleus* осуществили через *n. ischiaticus* с помощью имплантированных электродов. Контрольные (виварный контроль и вывешенная) группы животных подвергли ложной операции. Оценку объемной плотности митохондрий провели путем анализа ультратонких срезов (микроскопия) *m. soleus*. Исследование дыхательной активности митохондрий выполнили методом полярографии. Экспрессию генов *Pgc-1 α* , *Mots-c*, *Cox1* оценили методом ПЦР-RT. Объемная плотность митохондрий вывешенных животных увеличилась, а электромиостимуляция вернула данный параметр к уровню виварного контроля. Вероятно, интенсивность атрофии медленных мышц могла превысить интенсивность снижения митохондриального объема, что согласуется с данными литературы. Гравитационная разгрузка не повлияла на параметры дыхания митохондрий. Стимуляция также увеличила дыхание утечки относительно виварного контроля и АДФ-стимулированное дыхание относительно обеих групп контроля. Наконец, стимуляция изменила экспрессию генов *Pgc-1 α* , *Mots-c*, *Cox1*. Возможно, стимуляция влияет на содержание ионов кальция и энергетическую потребность, что позволяет митохондриям справиться с нагрузкой. Суммируя, гравитационная разгрузка привела к изменениям в митохондриальном аппарате *m. soleus*. Электромиостимуляция частично поддержала функционирование митохондрий на уровне виварного контроля.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 22-15-00151

ОСОБЕННОСТИ РЕЧЕВОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ТРИАДАХ «МАТЬ — БЛИЗНЕЦЫ»: ЛОНГИТЮДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Анна В. Куражова^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет

avk_spb@bk.ru

Для речевого развития детей-близнецов наряду с факторами перинатального риска значимыми являются особенности взаимодействия с матерью и членами семьи. Цель исследования — изучение специфики речевого взаимодействия матери с каждым из близнецов в паре, выявление связи между характеристиками материнской речи и уровнем речевого развития ребенка. В исследовании принимали участие 5 триад «мать — дизиготные близнецы» в возрасте от 4 до 6 лет. Речевое поведение матери и детей записывали с помощью цифрового магнитофона «Marantz PMD660» с использованием выносного микрофона «SENNHEIZER e835S», для видеосъемки использовали камеру «Sony HDR-c X560E». Запись проводили в домашних условиях в стандартизированных ситуациях. Для перцептивного эксперимента созданы аудиотесты, включающие фрагменты взаимодействия матери с каждым из близнецов, аудиотесты, содержащие фразы, произнесенные детьми в разных эмоциональных состояниях. Тесты предъявляли экспертам — специалистам в области речевых исследований и аудиторам без опыта, при прослушивании эксперты и аудиторы отмечали в анкетах присутствие характеристик речи матери и ребенка, определяли эмоциональное состояние детей. Анализ речи детей осуществляли с помощью инструментального спектрографического анализа, фонетического анализа. В ходе исследования получены данные об особенностях материнской речи, обращенной к первым и вторым детям из пары, в зависимости от их речевого поведения и возраста. В процессе речевого взаимодействия мать использует более широкий комплекс характеристик материнской речи, при обращении ко второму ребенку, тем самым интенсивнее стимулируя его к общению. Вторые по порядку рождения дети имеют более низкий уровень речевого развития: более высокие значения частоты основного тона гласных, меньшее количество произносимых согласных и большее количество ошибок при их артикуляции, менее сложные ответные реплики в диалоге с матерью. Таким образом, показана взаимосвязь характеристик речевого поведения матери и характеристик речевого поведения детей-близнецов, отражающих уровень их речевого развития.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 22-45-02007

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОСОНТЕРАПИИ НА ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМИ ХРОНОТИПАМИ

Кирилл А. Куров, Елена М. Инюшкина

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева

kir2002kur@yandex.ru

Электросонтерапия — одна из обязательных процедур в физиотерапии, использующаяся при различных психологических расстройствах, зависимостях, депрессии и бессоннице. При этом электросонтерапия не является инвазивной или медикаментозной процедурой, что значительно расширяет область применения, так как у неё практически нет противопоказаний. Однако назначение данной терапии происходит только исходя из общей программы лечения, не учитывая индивидуальные особенности организма, такие как хронотип. Целью нашей работы являлось исследование влияния электросонтерапии на людей с различными хронотипами, а именно на «жаворонков», «голубей» и «сов», с акцентом на изучение изменений в функционировании сердечно-сосудистой системы. Эксперимент проводили на студентах Самарского университета. Испытуемые подвергались сеансу электросонтерапии один раз в день продолжительностью 1 ч. В эксперименте участвовали 3 группы испытуемых разных хронотипов: жаворонки — 6 человек, голуби — 8 человек, совы — 10 человек. Процедура проходила в темной комнате, в тишине, при комфортной температуре и хорошей вентиляции. Испытуемый садился на кушетку, на голову накладывались электроды в виде металлических чашек, заполненных ватными тампонами, смоченными в физрастворе. Их размещали на сомкнутые веки и область сосцевидных отростков височных костей. Для выявления эффективности процедуры на организм проводилась пульсоксиметрия с использованием прибора «ЭЛОКС01М» до и после сеанса. В результате проведенной работы нами было обнаружено, что утренние хронотипы, или «жаворонки», имеют тенденцию к более синхронному сну и стабильному ритму сна — бодрствования после проведения процедуры электросонтерапии, что может быть связано с их естественной предрасположенностью к активности в утренние часы. В то же время, «голуби» и «совы» также испытывали положительные сдвиги в качестве сна. Также было выявлено, что электросонтерапия способствует гармонизации циркадных ритмов и оптимизации сна. Полученные нами данные говорят

о важном значении влияния электросонтерапии на людей с разными хронотипами. Результаты исследования подтверждают, что электросонтерапия может быть эффективным методом для улучшения сна и регуляции ритмов сна — бодрствования.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ПРОВЕРКЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Надежда А. Логинова¹, Николай В. Панов¹, Иван Б. Комков²

¹Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

²Государственное автономное учреждение дополнительного образования Рязанской области «Спортивная школа "Капитан"

nadinvd@yandex.ru

Организационные системы используются во многих сферах деятельности, но также они становятся предметом изучения в биологии и других научных дисциплинах. Они представляют собой структуру из взаимосвязанных элементов. Актуальной представляется задача проверки работоспособности организационных систем в условиях выхода из равновесного состояния. Цель состояла в том, чтобы предложить схему проверки работоспособности организационных систем, используя нейрофизиологический подход. В нейрофизиологии концепция организационных систем рассматривалась П.К. Анохиным в теории функциональных систем [1], где важнейшим признаком такой системы становилось достижение полезного результата на основе корректного сокращения числа степеней свободы. Наличие одной степени свободы создает в мозге очаг доминанты. Согласно теории Ухтомского, доминанта усиливает все входящие сигналы [2], но эти сигналы направляются в центр и тем самым обеспечивают (фасилитация) реализацию действия только через один выход (стереотипная реакция). Наличие доминирующего очага не позволяет воспользоваться иной степенью свободы, т.е. не позволяет взглянуть за пределы доминирующего очага. В результате создается нейросетевая блокада [3]. Особенно она усиливается, если выполненное действие приводит к полезному результату. Тогда индивидуум убежден, что выполненное им действие верно. Это парадоксальным образом снижает работоспособность организационной системы. Для того, чтобы корректно убрать лишние степени свободы, предложена система трехуровневой фильтрации поступающей информации. Фильтрация необходима для поэтапного вычленения системных принципов в организационных системах, избавления от информационных шумов, которые мешают выбрать нужную пусковую афферентацию и передавать ее без искажений. Таким образом, результаты исследования могут быть использованы для проверки работоспособности организационных систем в условиях попытки выведения их из состояния равновесия. Работоспособность организационных систем может быть восстановлена посредством

устранения нейросетевых блокад и путем корректировки их комплексных степеней свободы при помощи информационно-технического иммунитета.

[1] П. К. Анохин. Успехи физиологических наук. 1970.

[2] А. А. Ухтомский. Русский физиологический журнал. 1923.

[3] Н. В. Панов, Н. А. Логинова, И. Б. Комков. Иммунологический андроид: основные характеристики и практическое применение. 2024.

РЕГУЛЯЦИЯ ГОМЕОСТАЗА В ХОДЕ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ГИПОТЕРМИИ НОВОРОЖДЕННЫХ

Екатерина В. Лопатина^{1,2}, Федор В. Ноздрин³, Наталья А. Пасатецкая¹

¹Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова МЗ РФ

²Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

³Детский городской многопрофильный клинический специализированный центр высоких медицинских технологий

evlopatina@yandex.ru

Введение. Гипоксически-ишемическое поражение (ГИП) возникает до, во время или после родов. Причины могут быть связаны с состоянием матери и ребенка, способом родоразрешения, течением беременности. Наиболее эффективным методом лечения ГИП является гипотермия в сочетании с фармакологической терапией. Цель. Исследовать регуляцию гомеостаза в ходе терапевтической гипотермии новорожденных. Материалы и методы. Объектами исследования являлись новорожденные дети с диагнозом «Тяжелая асфиксия при рождении», проходившие лечение в отделении реанимации и интенсивной терапии новорожденных ДГБ № 1 (Санкт-Петербург). Терапевтическую гипотермию проводили в течение 72 ч (аппарат Allon 2001 протокол «Терапевтическая гипотермия у новорожденных детей»). Обследовано 40 новорожденных детей. Оценивали лабораторные показатели крови перед проведением процедуры терапевтической гипотермии, на второй день ее применения и по ее окончании. Статистическую обработку результатов проводили с помощью программы STATISTICA 10.0. Для оценки изменения признака при проведении гипотермии и после процедуры применяли критерий Фридмана. Для проведения апостериорных сравнений использовали парный критерий Вилкоксона. Корреляционный анализ проводили с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Различия считали достоверными при $p < 0.05$. Результаты. При проведении гипотермии зарегистрировано достоверное снижение уровня гемоглобина и гематокрита (Hct), стабилизация состояния системы кислотно-щелочного состояния, уровня ионизирован-

ного кальция, концентрации ионов натрия и калия. Выводы. Ведущими факторами стабилизации гомеостаза при проведении гипотермии новорожденных являются: соотношение концентрационных градиентов ионов калия и натрия, на фоне стабилизации концентрации ионизированного кальция, сопровождающееся снижением уровня лактата. По-видимому, проведение терапевтической гипотермии вызывает стабилизацию системы кислотно-щелочного равновесия за счет восстановления работы Na^+ / K^+ -АТФазы и Na^+ / Ca^{2+} -АТФазы.

ИЗМЕНЕНИЯ ФОНАЦИИ В ШУМЕ У ДИКТОРОВ С СИНДРОМОМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ

Александр М. Луничкин¹, Кристина В. Шарапова², Лариса Г. Зайцева¹, Наталья А. Семенцова², Алла А. Мельникова²

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский гуманитарный университет профсоюзов, Россия

BolverkDC@mail.ru

Профессиональное выгорание является социально значимым синдромом, который сопровождается эмоциональной ригидностью или, наоборот, ярко выраженными эмоциональными проявлениями, и ведет к сниженной рабочей продуктивности и истощению нервной системы. Психологическую диагностику профессионального выгорания обычно осуществляют методами самооценки испытуемого. Актуальной задачей является разработка объективных диагностических подходов, позволяющих выявить синдром профессионального выгорания, как в различных степенях его выраженности, так и на его начальных этапах. В работе проверена гипотеза о том, что шум, являющийся неспецифическим раздражителем, может вызывать более выраженные произвольные изменения фонации в ситуации эмоционального выгорания, по сравнению с нормой. Целью исследования было сравнение показателя фонации в условиях тишины и в шуме у здоровых дикторов и дикторов с синдромом профессионального выгорания. В тишине и в шуме многоголосия уровня 72 дБ(А) записана речь позитивного и негативного эмоционального содержания у трех здоровых женщин и трех женщин с выявленным по методике Маслач-Джексона в адаптации Водопьяновой синдромом профессионального выгорания. Определены значения частоты основного тона и интенсивности голоса в

90 фрагментах записей, выполненных для каждого из дикторов в двух условиях с использованием программы Praat. Сравнение фонации в группах осуществляли U-критерием Манна-Уитни. У дикторов с выявленным профессиональным выгоранием изменение частоты основного тона голоса в речи с позитивным и негативным содержанием составило 53 и 52 Гц и достоверно отличалось от изменения у здоровых дикторов ($p < 0.001$, $n = 90$), для которых значения составили 25 и 22 Гц, соответственно. Среднее увеличение интенсивности речи с отрицательным контекстом в группе дикторов с выгоранием также оказалось выше, чем в группе здоровых ($p < 0.001$, $n = 90$) и составило 12 и 10 дБ, соответственно. Полученные данные свидетельствуют, что при говорении в шуме наблюдается усиление фонации дикторами с синдромом профессионального выгорания по сравнению с нормой, что может применяться в качестве объективного показателя при диагностике этого состояния.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант 075-00263-25-00

ИЗМЕНЕНИЯ В НЕЙРОНАЛЬНЫХ МЕХАНИЗМАХ УЧАСТИЯ ЛИМБИЧЕСКИХ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА В КОНТРОЛЕ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ НОЦИЦЕПЦИИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ВОСПАЛЕНИЕМ ТОЛСТОЙ КИШКИ

Ольга А. Любашина, Иван Б. Сиваченко

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

lyubashinaoa@infran.ru

Структуры лимбической системы головного мозга обеспечивают эмоционально-аффективную оценку и модуляцию сенсорной информации от внутренних органов, в том числе поступающих от них болевых сигналов. Нарушениям в функционировании лимбической системы отводят важную роль в развитии хронической висцеральной боли и ассоциированных с ней психоэмоциональных расстройств. Однако конкретные механизмы контроля висцеральной ноцицепции лимбическими структурами и изменения в них при патологии остаются малоизученными, что существенно сдерживает разработку эффективных методов лечения висцеральных болевых синдромов в клинике. Целью исследования являлось определение нейрональных механизмов, обеспечивающих об-

работку и модуляцию висцеральных болевых сигналов гипоталамусом, амигдалой и передней лимбической корой, и выяснение особенностей реализации этих процессов при кишечной патологии. Работа выполнена на анестезированных (уретан и альфа-хлоралоза, в/б) взрослых самцах крыс Вистар — здоровых и перенесших колит, вызванный трансректальным введением пикрилсульфониевой кислоты (TNBS, 20 мг в 0,2 мл 50 % этанола). В обеих группах с помощью внеклеточной регистрации импульсной активности вольфрамовыми микроэлектродами (1 мкм, 12 МОм) и монополярной электростимуляции (серии импульсов в 400–600 мкА, 0,25 мс, 50 Гц в течение 10 с) изучали реакции нейронов паравентрикулярного ядра гипоталамуса (ПЯГ) и базолатеральной амигдалы (БЛА) на болевое колоректальное растяжение (КРР, 80 мм.рт.ст., 60 с), а также эффекты стимуляции инфраламбической коры (ИЛК) на КРР-реактивные клетки БЛА. У здоровых животных нейроны ПЯГ отвечали на КРР равновероятными усилением или торможением импульсации, а БЛА при этом преимущественно демонстрировало нейрональное возбуждение, которое снижалось в условиях электростимуляции ИЛК. В свою очередь, у животных постколитной группы, которые при поведенческом тестировании проявляли повышенную болевую чувствительность кишки, было отмечено усиление КРР-вызванного нейронального торможения в ПЯГ при сохраняющемся уровне возбуждения в БЛА, проявлявшемся на фоне ослабления тормозных и нарастания активирующих влияний ИЛК на амигдаларные ноцицептивные нейроны. Выявленные изменения могут приводить к нарушению гипоталамического контроля висцеральной ноцицепции и способствовать неадекватному вовлечению в неё кортико-амигдаларной системы, внося вклад в супраспинальные механизмы развития поствоспалительной хронической абдоминальной боли и коморбидных ей психоэмоциональных расстройств.

Исследование произведено при поддержке: «Средства федерального бюджета в рамках государственного задания ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант № 1021062411784-3-3.1.8

ОСОБЕННОСТИ РЕЧИ И ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ СФЕРЫ ДЕТЕЙ С ТИПИЧНЫМ И АТИПИЧНЫМ РАЗВИТИЕМ

Елена Е. Ляксо¹, Ольга В. Фролова¹, Александр С. Николаев¹, Егор А. Кleshнев¹, Северин В. Гречаный², Антон Ю. Матвеев³, Олеся В. Махныткина³

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

³Национальный исследовательский университет ИТМО

lyakso@gmail.com

Нарушения развития и атипичное развитие характеризуются особенностями организации разных уровней речи и эмоциональной сферы. Спектр проявлений эмоциональных состояний может быть ограниченным в связи с заболеванием, атипичным, сниженным, инвертированным, не соответствующим возрасту. Цель исследования — выявление акустических характеристик речи, которые могли бы быть биомаркерами заболеваний и особенностей эмоциональной сферы детей в зависимости от возраста и психоневрологического состояния. Участниками исследования явились 720 детей в возрасте 4–16 лет (исследование 1) и 5–16 лет (исследование 2) с типичным развитием (ТР), с расстройствами аутистического спектра (РАС), синдромом Дауна (СД), интеллектуальными нарушениями (ИН). На основании инструментального анализа проанализированы признаки, отражающие основные физиологические процессы, происходящие в речевом тракте при голосо- и речеобразовании. Разработана методика оценки сформированности эмоциональной сферы детей (CEDM), содержащая тестовые задания на отражение эмоций в характеристиках голоса, речи, мимической экспрессии и на распознавание эмоциональных состояний. Выявлен набор акустических характеристик речи, специфичных для детей с различными типами психиатрического или неврологического диагноза, что позволит своевременно диагностировать, назначать лечение и разрабатывать индивидуальные программы для детей. Речь детей с РАС характеризуется высокими значениями частоты основного тона (ЧОТ) (высокий голос), ее вариативностью, высокими значениями третьей форманты и ее интенсивности, высокими значениями индекса артикуляции гласных (ИАГ). Для речи детей с СД характерна максимальная длительность гласных в словах; низкие значения ЧОТ, ИАГ, значения третьей форманты; несформированность большинства согласных фонем. Особенности речи детей с ИН являются высокие значения длительности гласных в словах, высокие значения ЧОТ и третьей форманты, низкие значения ИАГ. Заслуживает внимания факт устойчивости выявленных акустических

признаков в широком возрастном диапазоне от 4 до 16 лет. Проведено перцептивное и автоматическое распознавание эмоционального состояния детей по мимике и голосу. Выявлены различия в баллах за задания на проявление и отражение эмоций у детей с разным психоневрологическим статусом. Обсуждается создание автоматических приложений для обучения и социализации детей с атипичным развитием.

Исследование произведено при поддержке:

1. «РНФ», грант № 18-18-00063

2. «РНФ», грант 22-45-02007

ЭЭГ-ОТВЕТЫ НА ЩЕЛЧКИ ЧАСТОТОЙ 40 ГЦ У ТИПИЧНО РАЗВИВАЮЩИХСЯ ДЕТЕЙ В ВОЗРАСТЕ 3–6 ЛЕТ: МЕЖПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ

Виктория А. Манасевич¹, Ольга В. Сысоева¹, Анастасия К. Неклюдова²

¹НТУ «Сириус», Россия

²Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

victoria.manasevich@gmail.com

Реакции мозга на ритмическую стимуляцию частотой 40 Гц могут дать ценную информацию о слуховом восприятии у детей. Такая стимуляция вызывает два типа реакций мозга. Первый из них — слуховой стационарный ответ (ASSR) — это электрофизиологическая реакция, которая следует за частотой стимуляции [1]. Эта реакция связана с тонким временным анализом сигнала [2], а также с восприятием речи в шуме [3]. Вторая реакция мозга на ритмическую стимуляцию — устойчивая волна (SW) — возникает, когда ритмический стимул начинает восприниматься как непрерывный звук с высотой тона и описывается в литературе как компонент, связанный со спектральной слуховой обработкой [4]. В этом исследовании были изучены характеристики ASSR и SW у мальчиков и девочек в возрасте от 3 до 6 лет. Мы регистрировали 32 — канальную ЭЭГ во время предъявления серии 40 Гц — щелчков у 57 типично развивающихся детей (27 девочек) в возрасте 3–6 лет. Мы также оценивали различные аспекты речи: общие языковые навыки, экспрессивные и рецептивные речевые способности (PLS-5), восприятие речи в шуме и повторение псевдослов. ASSR был слабо выражен в нашей выборке, но показал увеличение с возрастом для обоих

полов ($F(1,54) = 6,601$, $p = 0,013$ для возраста как ковариаты). SW была хорошо выражена в исследуемом возрастном диапазоне. Топография SW показала значительное преобладание правого полушария у мальчиков, в то время как у девочек ответ был более симметричным: у мужчин мы наблюдали более выраженную SW в F4, чем в F3 ($t(29) = 2,609$, $p = 0,014$), разница между электродами у женщин была незначительной ($t(26) = -0,424$, $p = 0,675$). На подвыборке мальчиков мы обнаружили, что индекс латеральности SW коррелировал с показателем повторения речи в шуме: чем больше была латеральность вправо, тем хуже оказалась эта способность ($r = 0,698$, $p = 0,012$). Другие поведенческие показатели не различались между мальчиками и девочками и значимо не коррелировали с нейрофизиологическими показателями. Наши результаты согласуются с выводами о большей латерализации некоторых компонентов ЭЭГ — активности у мужчин и также могут внести вклад в понимание феномена «доминирования правого полушария» в обработке речи при РАС.

1. Galambos et al. J. Proc. Natl. Acad. Sci. 1981.
2. Ding et al. J. Neurophysiol. 2009.
3. Ross et al. Psychophysiology. 2016.
4. Gutschalk et al. NeuroImage. 2014.

Исследование произведено при поддержке: «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации», грант 075-10-2021–093

АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЛИИ И ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В ОТВЕТ НА СТРЕСС В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ИМЕЮТ ПОЛОВУЮ СПЕЦИФИКУ

Анна О. Манолова, Алексей А. Квичанский, Наталья А. Лазарева, Мария С. Одринская, Анна Э. Парамонова, Михаил Ю. Степаничев, Наталия В. Гуляева

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
anna.manolova@ihna.ru

Неблагоприятные события в детстве могут приводить к большей подверженности психоневрологическим заболеваниям во взрослом возрасте. Исследование механизмов такой предрасположенности необходимо для разработки адекватной терапии. Перспективной мишенью для медикаментозного воздействия могут служить глиальные клетки, так как они

взаимодействуют с кровеносным руслом, с одной стороны, и могут влиять на состояние нейронов, с другой. Мы исследовали последствия введения липополисахарида (ЛПС) в раннем возрасте на созревание глиальных клеток и межклетника в гиппокампе и миндалине у крыс Вистар ювенильного и подросткового возрастов. Модель неонатального провоспалительного стресса (НПС) заключается во введении бактериального липополисахарида (*E. coli*; серотип O26: B6, Sigma, США) на 3 и 5 постнатальные дни (ПД), подкожно, в дозе 50 мкг/кг. В возрасте 18 ПД и 1 месяц проводили кардиоперфузию, мозг вынимали и дофиксировали в 4 % параформальдегиде, затем изготавливали 50 мкм фронтальные срезы и с помощью флуоресцентного иммуногистохимического окрашивания выявляли клетки микро- и астроглии, а также перинейрональные сети (ПНС). По микрофотографиям полей CA1, CA3 и зубчатой фасции гиппокампа, а также базолатерального ядра миндалины определяли плотность популяции клеток и их морфологические показатели. Неонатальный провоспалительный стресс приводил к уменьшению фрактальной размерности микроглии в миндалине крыс ($F(1, 43) = 5.73$, $p = 0.021$), что говорит либо о замедлении созревания клеток, либо об активированном состоянии микроглии. При этом в гиппокампе значение фрактальной размерности, наоборот, увеличивалось вследствие НПС, и это увеличение было более выражено у самок ($p = 0.015$, Tukey post hoc). У самок же обнаружено отсутствие снижения плотности популяции микроглии с возрастом, которое присутствует в норме. Не было обнаружено выраженной реакции астроглии в ответ на НПС. НПС приводил к увеличению числа нейронов, окруженных ПНС, в гиппокампе уже в возрасте 18 ПД. В миндалине НПС вызывал отмену увеличения числа ПНС с возрастом только у самок крыс ($p = 0.364$, тест Манна-Уитни). Применение линейных моделей позволило выявить нарушение созревания глии в гиппокампе вследствие НПС. Наши результаты подчеркивают наличие половых различий в реакции микроглии и перинейрональных сетей на НПС, что свидетельствует о различных механизмах адаптации у самцов и самок крыс к изменениям, вызванным неблагоприятными событиями в раннем онтогенезе.

Исследование произведено при поддержке:

1. «РНФ», грант 19-75-00063
2. «РНФ», грант 23-25-00463

РОЛЬ РЕЦЕПТОРА TAAR8 В РЕАЛИЗАЦИИ РЕАКЦИИ НА НОВИЗНУ И СТРЕСС У МЫШЕЙ

Алиса А. Маркина¹, Таисия С. Шемякова¹, Евгения В. Ефимова¹, Елена И. Леонова², Рауль Р. Гайнетдинов¹

¹Институт Трансляционной биомедицины СПбГУ, Россия

²Центр Трансгенеза и редактирования генома СПбГУ, Россия

shifu1999@yandex.ru

Рецепторы, ассоциированные со следовыми аминами, (TAARs) относятся к семейству GPCR. Данные рецепторы представлены в том числе в ЦНС. Наиболее изучен TAAR1: в исследованиях последних лет достоверно доказана его роль в регуляции работы нейромедиаторных систем и поведения [1]. Экспрессирующиеся в обонятельном эпителии TAAR (TAAR2 — TAAR9), по-видимому, также играют важную роль в обеспечении различных форм поведения [1] [2] [3]. Наименее изученным остается рецептор TAAR8. Не так давно была создана уникальная линия мышей с нокаутом трех изоформ гена TAAR8. Целью нашего исследования являлось проведение поведенческого фенотипирования мышей данной линии. В исследовании были использованы самцы мыши линии TAAR8-KO (n = 12) и C57Bl/6 в качестве контрольной группы (n = 12). Была проведена батарея поведенческих тестов для оценки различных параметров поведения. В тесте «Распознавание нового объекта» были обнаружены статистически значимые различия во времени взаимодействия (19.22 ± 2.51 с, 9.86 ± 1.32 с, $p < 0.01$) с двумя одинаковыми объектами в первой фазе теста. Во второй фазе теста мыши линии TAAR8-KO проводили достоверно больше времени с новым объектом по сравнению с уже знакомым объектом (8.94 ± 1.58 с, 3.83 ± 0.73 с, $p < 0.01$), чего не наблюдалось у мышей контрольной группы. В тесте «Т-образный лабиринт» мыши линии TAAR8-KO достоверно предпочитали проводить больше времени в незнакомом рукаве относительно знакомого рукава лабиринта (103 ± 4.53 с, 68.34 ± 7.42 с, $p < 0.001$), в то время, как время, проведенное в разных рукавах не отличалось у мышей контрольной группы. В тесте «Стресс-индуцированная гипертермия» у мышей линии TAAR8-KO была зафиксирована повышенная, по сравнению с контролем, базальная температура тела (37.34 °C \pm 0.251 , 36.4 °C \pm 0.264 , $p < 0.001$). В тесте принудительного плавания было обнаружено, что мыши линии TAAR8-KO достоверно раньше начинают демонстрировать иммобилизацию (44.25 ± 3.71 с, 299.1 ± 77.31 с, $p < 0.001$) и больше времени проводят в таком состоянии (270 ± 16.5 с, 74.67 ± 22.41 с, $p < 0.0001$) по сравнению

с контролем. Полученные результаты указывают на потенциальную роль рецептора TAAR8 в реакциях на новизну и стресс. Физиологические механизмы, лежащие в основе этих явлений, еще предстоит изучить.

1. Gainetdinov et al. Pharmacological Reviews. 2018.

2. Efimova et al. Front Behav Neurosci. 2022.

3. Espinoza et al. Front Mol Neurosci. 2020.

Исследование произведено при поддержке:

1. «РНФ», грант 19-75-30008

2. «Санкт-Петербургский государственный университет», грант 95445540

ФРОНТИРЫ АКАДЕМИКА А.А. УХТОМСКОГО

Александр Г. Марков^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

a.markov@spbu.ru

Научная, общественная и личная жизнь академика А. А. Ухтомского попала на период решительной смены экономических, политических и социокультурных факторов, определяющих условия деятельности ученого в государстве. Анализ жизни и деятельности академика А. А. Ухтомского дан с позиции методологического понятия «фронтира», обозначающего взаимопроникновение и противоречивое сочетание различных культурно-цивилизационных практик. Самым видимым является смена социокультурных и экономических факторов, которые возникли в период революционного преобразования общества в начале двадцатого столетия. Кроме этого, А. А. Ухтомский являлся ярким представителем ученых, в творческой деятельности которых (как естественная основа их миропонимания) соединяются мышление ученого и глубоко верующего религиозного философа. В течение многих лет господствующим представлением о взаимоотношении науки и религии является положение об их глубоком антагонизме. Из-за возникшей в нашем государстве жесткой атеистической повестки, Ухтомский работал на границе своих внутренних представлений о взаимоотношении науки и религии, а также социокультурной и идеологической внешней системы. Академик А. А. Ухтомский был интегрирован в научную и научно-организационную жизнь физиологического

сообщества. Однако в своих дневниках отмечал: «Я должен сказать, что и в Университете я не мог найти настоящих единомышленников, настоящего, теплого сочувствия моей личной научной работе. <...> Во всяком случае, в самых дорогих своих вопросах я и в Университете оставался и остаюсь вполне одиноким, только с книгами» (Ухтомский, 1996, с. 496). Возможно, это третья важнейшая граница, которая пронизывала его личную жизнь и жизнь в науке.

ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ ДОМИНАНТА: ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ЭМОЦИЙ НА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ПРИ ОБСЕССИВНО- КОМПУЛЬСИВНОМ РАССТРОЙСТВЕ

Гузаль Хайруллина¹, Кристина Левкович¹, Галина Портнова¹, Ольга

Мартьянова^{1,2}

¹Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

²Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"

omartynova@ihna.ru

Обсессивно-компульсивное расстройство (ОКР) характеризуется наличием навязчивых мыслей и/или повторяющихся действий. Это расстройство входит в список первых десяти психических заболеваний, приводящих к инвалидности. Основная гипотеза нейрофизиологических нарушений при ОКР - снижение тормозного контроля. С помощью данных о движениях глаз и вызванных потенциалов мозга, зарегистрированных во время решения антисаккадной задачи с эмоционально-окрашенными изображениями, требующей значительных ресурсов исполнительных функций, мы показали, что при ОКР тормозный контроль нарушается только в случае просмотра негативно окрашенных стимулов. Также реакции вегетативной нервной системы (ВНС) продемонстрировали снижение физиологической адаптации к когнитивно-эмоциональной нагрузке при ОКР. Полученные результаты свидетельствуют о том, что ухудшение тормозного контроля при ОКР, возможно, является вторичным следствием нарушенного переключения внимания под влиянием негативных эмоций и связанным с ними повышением симпатического тонуса ВНС. Разработанная нами модификация антисаккадной задачи может применяться для оценки исполнительных функций и эмоциональной регуляции в норме и при

различных психических расстройств.

Исследование произведено при поддержке: "РНФ", грант 24-45-02034

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ДВИЖЕНИЙ С РАЗЛИЧНЫМ КОНТРОЛЕМ ВЫПОЛНЕНИЯ

Андрей П. Маслоков, Алексей Е. Умрюхин

Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Россия

andrey220197@mail.ru

Оптимизация двигательных навыков происходит через многократное повторение движений, что снижает сознательный контроль и делает движения более автоматизированными. Эти изменения связаны с нейрофизиологическими процессами, такими как изменения в потенциале готовности (ПГ) и компоненте Р300, которые отражают переход от сознательных к бессознательным процессам. В исследовании участвовали 20 здоровых добровольцев (12 мужчин, 8 женщин, возраст 22–35 лет). Эксперимент включал 100 однотипных задач, состоящих из математических примеров и моторных действий (нажатие клавиш). Для анализа использовались ЭЭГ и ЭМГ, что позволило изучить мозговую активность и мышечную реакцию. С увеличением числа повторений время выполнения задания уменьшалось. Для первых 15 нажатий оно составило $3,11 \pm 0,31$ с, а для последних $15-2,33 \pm 0,26$ с ($p < 0,05$), что свидетельствует о повышении скорости реакции. Амплитуда ЭМГ также уменьшалась, подтверждая улучшение моторной памяти. Амплитуда позднего компонента ПГ снижалась, что указывает на переход к автоматизированным действиям. Амплитуда Р300 увеличивалась при задачах с когнитивной нагрузкой и снижалась при выполнении автоматизированных действий. Результаты исследования показывают, что многократное выполнение однотипных задач способствует улучшению моторной памяти и снижению сознательного контроля, что соответствует гипотезе о автоматизации движений. Снижение активности в моторной коре и уменьшение амплитуды позднего ПГ подтверждают гипотезу о переходе к автоматизированным процессам. Эти данные согласуются с предыдущими исследованиями, показывающими снижение активности префронтальных и моторных областей мозга с улучшением выполнения моторных задач. Компонент Р300 реагирует на когнитивную нагрузку: его амплитуда возрастает при выполнении задач, требующих внимания, и снижается при выполнении автоматизированных движений. Это подтверждает важность когнитивного контекста в формировании ней-

рофизиологических изменений, связанных с двигательными активностями. Многократное повторение движений снижает когнитивную нагрузку и повышает эффективность выполнения задач. Эти изменения в ПГ и Р300 указывают на автоматизацию движений, что важно для нейрореабилитации, спортивной подготовки и нейроуправляющих систем.

ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ

Петр М. Маслоков

Ярославский государственный медицинский университет, Россия

mrm@ysmu.ru

Гипоталамус является наиболее важным интегратором вегетативной и эндокринной регуляции и отвечает за рост, развитие, репродуктивную функцию и метаболизм. К одной концепции в геронтологии следует отнести элевационную теорию старения и формирования возрастной патологии у высших организмов, придающей ключевое значение в этих процессах возрастному повышению порога чувствительности гипоталамуса к гомеостатическим сигналам [1]. При этом важная роль в процессе старения отводится вентромедиальному (ВМЯ) ядру гипоталамуса. Целью исследования являлся анализ изменений рецепторов, нейронной активности ВМЯ гипоталамуса с использованием иммуногистохимических, электрофизиологических методов, вестерн-блоттинга у самцов крыс в возрасте 3, 12 и 24 месяца. Результаты показали, что при старении происходят разнонаправленные сдвиги нейрохимического состава ВМЯ крыс. При этом у старых животных наблюдалось увеличение экспрессии фермента синтеза ГАМК GAD65/67 и везикулярного глутаматного транспортера 2 VGLUT2 по сравнению с крысами в возрасте 3 и 12 месяцев. Частота импульсации нейронов ВМЯ с возрастом снижается. Наблюдалось возрастное изменение электрических ответов нейронов ВМЯ на действие гормонов холецистокинина, лептина и грелина. У молодых крыс при введении холецистокинина, средняя частота импульсации достоверно снижалась с 1.5 ± 0.4 до 0.2 ± 0.1 имп/с. В отличие от молодых крыс, частоты разрядов нейронов после введения холецистокинина у взрослых и старых животных достоверно не отличались от фоновых значений ($p > 0.05$). Частота импульса-

ции нейронов ВМЯ в ответ на введение лептина и грелина достоверно не менялась в различных возрастных группах. Тем не менее, отмечалось изменение частоты разрядов большинства отдельных гипоталамических нейронов после введения лептина — от, главным образом, ингибиторной в молодом возрасте к преимущественно активирующей у старых крыс. При введении грелина отмечались обратные изменения, большинство нейронов активировалось грелином в молодом возрасте и тормозилось в старом. Нейроны, активируемые холецистокинином, отсутствовали у молодых животных, но появлялись у взрослых и старых. Таким образом, при старении наблюдаются разнонаправленные функциональные изменения активности нейронов гипоталамуса.

1. Masliukov, Nozdrachev. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2021.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА ПОСТРОЕНИЯ ТЕКСТА ПО СЕРИИ СЮЖЕТНЫХ КАРТИНОК У ДЕТЕЙ 7–11 ЛЕТ

Екатерина Ю. Матвеева, Антонина А. Романова, Мария Р. Банщикова, Виталина Ю. Беляева, Александра И. Голованова, Алексей А. Корнеев, Татьяна В. Ахутина

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова obukhova1@yandex.ru

Развитие речи у детей является ключевым аспектом когнитивного развития. Факторы, влияющие на развитие речи и возрастная динамика до настоящего времени вызывает большой интерес и дискуссии у исследователей. Целью настоящей работы стало оценить возрастные различия построения текста у детей 7, 9 и 11 лет. Выборку составили 110 школьников (26 первоклассников, 43 третьеклассника, 41 пятиклассника). Для оценки речи использовалась методика составления рассказа по серии картинок «Мусор» (Х. Битструп). Построение рассказа обеспечивается сложной многокомпонентной функциональной системой, поэтому анализ его выполнения позволяет получить информацию о состоянии всех трех функциональных блока мозга. В лаборатории нейропсихологии МГУ под руководством Ахутиной Т. В. разработана система оценок детских рассказов. Обнаружена значимая возрастная динамика от 1-го к 5-му классам комплексного показателя смысловой полноты ($F(2, 107) = 4.95, p = 0.009$). Показатель смысловой полноты (насколько полно и точно передано содержание картинки) отражает способность ребенка правильно воспринять

ситуацию и удерживать ее целостность, строить программу рассказа и синтаксические конструкции, возможность правильно находить лексические средства. Подробный анализ показал, что возможности программирования текста и показатели серийной организации речи значимо улучшаются от 1-го к 3-му классам (эффект класса для функций программирования: $F(2, 107) = 3.12$, $p = 0.048$, грамматического оформления: $F(2, 107) = 3.44$, $p = 0.03$). Первokлассники допускают больше синтаксических ошибок, у них меньше слов в самостоятельном рассказе, сами предложения более короткие. Значимых различий по этим параметрам между 3-м и 5-м классами не обнаружено. Первokлассники допускают больше вербальных замен, у них чаще встречается поиск слов, чаще используют местоимения вместо существительных, чем ученики 3-го и 5-го классов (эффект класса: $F(2, 107) = 9.94$, $p = 0.0001$). При этом показатель нарушения понимания смысла происходящего, наличия смысловых искажений, характерных для слабости правополушарных функций не отличается у детей первого, третьего и пятого классов ($F(2, 107) = 1.08$, $p = 0.34$). Если у ребенка есть трудности понимания контекста, понимания смысла происходящего — страдает прагматическая основа речи, по нашим данным эти трудности сохраняются и к 11 годам.

ЛИНГВОКУЛЬТУРНАЯ АДАПТАЦИЯ РУССКОЯЗЫЧНЫХ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБСЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ НОСИТЕЛЕЙ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА

Екатерина Ю. Матвеева, Кэхань Чэнь, Алексей А. Корнеев, Татьяна В. Ахутина

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

obukhova1@yandex.ru

Внедрение нейропсихологического подхода в диагностику и коррекцию трудностей обучения важно для международной практики. Специфика китайского языка (тональность, нефлективность, идеографическая письменность) требует адаптации методик для точной оценки высших психических функций испытуемых, говорящих на китайском языке. В лаборатории нейропсихологии под руководством Т. В. Ахутиной была разработана батарея тестов для оценки ВПФ детей 6–9 лет. В рамках данной работы были проведены перевод, адаптация и апробация методики для использования на китайском языке. Особое внимание было уделено разработке проб на понимание и удержание речи: стимульный материал подбирался

с учетом особенностей китайского языка. На первом этапе апробации методика была проведена с 15 говорящими на китайском языке (ср. возраст $24,9 \pm 3$ г) и с 23 русскоговорящими испытуемыми (ср. возраст $22,5 \pm 2$ г). По результатам были рассчитаны интегральные показатели управляющих функций, функций переработки слуховой, кинестетической, зрительной и зрительно-пространственной информации. Анализ данных показал, что показатели переработки слуховой информации не различались между группами ($t = 1.85$, $p < 0.1$). Однако индексы переработки зрительной информации существенно различались ($t = -3.99$, $p < 0.001$). Часть изображений оказались сложными для распознавания носителями китайского языка и были заменены на более типичные для китайской культуры. На втором этапе исследования доработанный вариант нейропсихологического обследования был апробирован на выборке детей: 25 говорящих на китайском и 39 говорящих на русском языке (ср. возраст 7.3 ± 1 и 7.5 ± 0.8 лет соответственно). Значимых различий в индексах переработки слуховой и зрительной информации не выявлено ($t = 1.45$, $p < 0.2$; $t = 1.41$, $p < 0.2$), что подтверждает корректность адаптации. Однако русские дети лучше справились с заданиями на управляющие функции ($t = -2.17$, $p < 0.03$), а также на переработку кинестетической информации ($t = -9$, $p < 0.001$). Китайские дети лучше справились с заданиями на серийную организацию движений ($t = 2.15$, $p < 0.04$). Эти различия могут отражать зависимость когнитивных функций от особенностей воспитания, языковой среды и культуры и требуют дальнейшего исследования.

ПАРАЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕЧИ ЧЕЛОВЕКА КАК МАРКЕР УТОМЛЕНИЯ

Вячеслав О. Матыцин^{1,2}, Александр В. Яковлев^{1,3}, Снежана В. Тумко⁴

¹Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Россия

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И. П. Павлова, Россия

³Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

⁴Санкт-Петербургский государственный университет

matitsin@list.ru

Утомление характеризуется неспецифическими изменениями физиологических и психических функций, снижением работоспособности и развитием субъективного ощущения усталости, как при физической, так и умственной нагрузке. Утомление может оказывать влияние на характери-

стики речи работника, поэтому определение признаков утомления на основании анализа речи представляет отдельный интерес. Целью исследования явился поиск речевых предикторов утомления работника в ходе его трудовой деятельности. На первом этапе использована модель физического утомления (кардиореспираторный тест с физической нагрузкой). Перед началом и после нагрузки добровольцы зачитывали набор стандартных текстов. Полученную базу речевых записей анализировали с использованием глубокой нейронной сети. Нейронная сеть в 69 % случаев успешно распознала состояния человека «утомлен» — «не утомлен» по его голосу. Таким образом, речевой сигнал может быть использован для оценки утомления. В то же время нейросетевые алгоритмы не позволяют сказать, изменение каких именно характеристик речи свидетельствует о развитии утомления. Поэтому на втором этапе был проведен анализ паралингвистических характеристик речи (темп, тембр, громкость, мелодика речи и т. д.). Для формирования набора данных использована модель операторской работы, основанная на сложной реакции на движущиеся объекты. Аудиозаписи речи операторов обрабатывали с использованием программной библиотеки OpenSMILE с последующей статистической обработкой. По результатам анализа выделено 13 параметров речи, статистически значимо изменившихся по завершении тестирования. К ним относились частотные характеристики нулевой и побочных формант, характеристики громкости и спектра речевого сигнала. Анализ паралингвистических характеристик речи с использованием статистических методов и машинного обучения позволяет разработать алгоритмы и средства мониторинга развития утомления у человека без вмешательства в его работу.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОРКОВЫХ СЕТЕЙ ПОКОЯ У ПОДРОСТКОВ С ЭЭГ- ПРИЗНАКАМИ НЕОПТИМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ФРОНТО-ЛИМБИЧЕСКИХ СТРУКТУР

Регина И. Мачинская^{1,2}, Андрей В. Курганский³

¹ФГБНУ "Институт развития, здоровья и адаптации ребенка"

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации

³ФГБУН «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН»

reginamachinskaya@gmail.com

А.Н. Ухтомский рассматривал организацию активности мозга в покое как

важное условие готовности к действию [1]. ФМРТ и ЭЭГ исследования показывают, что конфигурация нейронных сетей покоя соответствует конфигурации морфо-функциональных объединений структур мозга, участвующих в реализации базовых когнитивных и аффективных функций [2]. Мы использовали ЭЭГ анализ сетей покоя для оценки взаимодействия корковых узлов систем когнитивного контроля и эмоционально-мотивационной регуляции у подростков. Дисбаланс между этими системами, обусловленный, в частности, неоптимальным состоянием фронто-лимбической регуляторной системы (ФЛРС) является, как показали наши исследования, важным фактором проблем в поведении и обучении [3]. Для проверки предположения о влиянии ФЛРС на сети покоя, связанные с обеспечением когнитивных и аффективных аспектов регуляции поведения, было проведено сравнение взаимодействий между узлами центральной сети когнитивного контроля (CEN), сети обнаружения значимых событий (SN) и дефолтной сети (DMN), связанной с субъективной эмоциональной оценкой событий, у подростков 12-15 лет с ЭЭГ-признаками неоптимального состояния ФЛРС (N=65), выявленными на основе визуального анализа [3], и подростков без отклонений на ЭЭГ (N=68). ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя от 128 датчиков системы GES 300 в полосе частот 0.1–70 Гц с частотой оцифровки 250 Гц. С помощью метода VAR моделирования в пространстве источников оценивались частотно- специфические функциональные и эффективные связи в 6 диапазонах ЭЭГ (от гамма до тета) между 6 корковыми источниками, характеризующими активность областей, входящих в состав трех нейронных сетей покоя. Показано, что у подростков с ЭЭГ признаками неоптимального состояния ФЛРС по сравнению с контрольной группой в диапазоне альфа-ритма статистически значимо снижено влияние (эффективные связи) корковых зон, входящих в узлы SN на зоны CEN, а также влияние зон, входящих в CEN, на нейронные сети, связанные с DMN. Учитывая функциональные роли исследованных сетей покоя, можно предположить, что такая особенность взаимодействия систем когнитивного контроля и эмоционально-мотивационной регуляции приводит к снижению способности соотносить свое эмоциональное состояние с задачами деятельности, что в свою очередь сопровождается учебной и социальной дезадаптацией.

[1] Ухтомский А.А. Избранные труды. Л.: «Наука», 1978.

[2] Курганский А.В. Журн. высш. нерв. деят. 2018.

[3] Мачинская Р.И., Фарбер Д.А.М.: Изд-во МПСУ. 2023.

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФМРТ АНАЛИЗА КОНТЕКСТНО-ЗАВИСИМЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ ИНТЕРЕСА

Руслан С. Машарипов, Максим С. Корелов, Михаил И. Романов, Максим В. Киреев

Институт мозга человека им. Н. П. Бехтеревой Российской академии наук

masharipov@ihb.spb.ru

Развитие методов анализа контекстно-зависимых функциональных связей (КЗФС) на основе данных функциональной МРТ (фМРТ) открыло новые возможности для изучения системой организации головного мозга человека при реализации целенаправленной деятельности. Анализ КЗФС заключается в извлечении сигналов, зависящих от уровня оксигенации крови, из набора областей интереса (ОИ) в головном мозге и анализе статистических зависимостей между ними в зависимости от контекста во время выполнения тестового задания. Стандартным подходом при выборе ОИ является использование областей с фиксированными координатами в стандартном стереотаксическом пространстве мозга, одинаковыми для всех испытуемых. Однако функциональная локализация может варьировать индивидуально в пределах одной анатомической области, что приводит к снижению отношения сигнал-шум и чувствительности при использовании фиксированных ОИ. Другим подходом является «слепое» разделение мозга на индивидуальные функциональные ОИ. Главным недостатком данного подхода является разная анатомическая локализация ОИ у отдельных испытуемых, что приводит к низкой специфичности анализа КЗФС. В настоящей работе с целью повышения чувствительности и сохранения специфичности при анализе КЗФС осуществлялась проверка другого способа выбора ОИ — использование сфер, перемещающихся индивидуально к локальному максимуму мозговой активности в пределах выбранной анатомической области. Для проверки эффективности данного подхода использовались фМРТ данные из базы данных ИМЧ РАН, полученные ранее при выполнении задания стоп-сигнал на тормозный контроль действий. Согласно данным электрофизиологических исследований при успешном подавлении действий после предъявления стоп-сигнала следует ожидать увеличение тормозного влияния пред-дополнительной моторной области (пред-ДМО) на первичную моторную кору. Анализ КЗФС проводился для фиксированных и индивидуальных сфер в области пред-ДМО с использованием генерализованного метода

психофизиологических взаимодействий. В результате только использование индивидуальных ОИ позволило определить тормозное влияние пред-ДМО на первичную моторную кору. Использование ОИ, индивидуально перемещаемых к локальному максимуму мозговой активности в рамках одной анатомической области, позволяет значительно повысить чувствительность сохраняя при этом специфичность при анализе КЗФС. Данный подход был реализован авторами работы в открытом программном обеспечении TMFC toolbox.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-75-00165

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЗГОВЫХ РЕГИОНОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕМАНТИЗАЦИИ: ФМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ

Кристина С. Меметова^{1,2}, Вероника М. Князева¹, Ирина Г. Маланчук², Людмила Н. Станкевич¹, Александр А. Александров¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»

k.memetova@spbu.ru

В данном исследовании изучалось влияние процесса обучения, в ходе которого псевдословам присваивались значения слов гипотетического языка, отличающихся по частоте использования, на функциональные взаимодействия мозговых структур, прежде всего вовлеченных в семантическую обработку, а также участвующих в механизмах непроизвольного внимания. Для этого проводился анализ функциональной связности по областям интереса. Сеть семантической обработки: островок слева, триангулярная и оперкулярная части нижней лобной извилины слева, передняя и задняя части верхней височной извилины билатерально, задняя и височно-затылочная части средней височной извилины билатерально, задняя часть нижней височной извилины билатерально, задняя часть супрамаргинальной извилины билатерально, угловая извилина слева и извилина Гешля слева. Области интереса, участвующие в процессах непроизвольного внимания: средняя лобная извилина билатерально, триангулярная и оперкулярная части нижней лобной извилины билатерально, передняя и задняя части верхней височной извилины билатерально. При предъявлении псевдослова, которому присвоено высокочастотное значение, анализ регионов интереса семантической сети показывает одновременное увели-

чение мозгового кровотока. Мощное энергопотребление в семантическом речевом поле, вероятно, связано с успешным обучением или, иначе говоря, с успешной семантизацией псевдослова. При восприятии псевдослова, которому присваивалось низкочастотное значение, функциональные взаимодействия в сети семантической обработки после обучения изменились слабо. Можно предположить, что для слов, имеющих низкочастотное или редко встречающееся значение, требуется более длительная тренировка. В областях интереса, связанных с произвольным вниманием, функциональная связность выражена синхронным снижением BOLD-сигнала для обоих стимулов. Можно сказать, что в мозговых регионах, обеспечивающих генерацию негативности рассогласования, наблюдаются некоторые изменения, связанные с понижением энергопотребления. Таким образом, рефлекторные механизмы произвольного внимания обнаруживаются в реакции на девиантные стимулы. Полученные данные показывают, что даже относительно непродолжительное обучение, в ходе которого происходит семантизация акустических стимулов может приводить к существенным изменениям в работе мозга. Наблюдаются выраженные изменения в функциональной связности мозговых структур, обеспечивающих семантическую обработку слов с высокими значениями частоты использования. Исследование произведено при поддержке: «Государственное задание НИЦ «Курчатовский институт»», грант приказ № 27 от 09.01.2025

ЭПИГЕНЕТИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИИ В ПЛАЦЕНТЕ, МОЗГЕ ПЛОДА И ПОТОМСТВА

Юлия П. Милютина, Валентина А. Дудина, Зиравард Н. Тонян, Ирина В. Залозняя, Анастасия В. Михель, Глеб О. Керкешко, Александр В. Аругюнян

Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д. О. Отта, Санкт-Петербург, Россия

milyutina1010@mail.ru

Известно, что помимо нейротоксических эффектов, гомоцистеин способен негативно влиять на процессы метилирования в клетках. Воздействие материнской гипергомоцистеинемии (ГГЦ) на процессы

эпигенетической регуляции экспрессии различных генов в тканях плаценты и плода может вносить свой вклад в дезорганизацию программы развития мозга. Показано, что животные, подвергшиеся негативным воздействиям в пренатальный период развития, отличаются от животных с нормально протекающей беременностью характером изменений метилирования ДНК и модификации гистонов в структурах мозга при постнатальной жизни. В связи с этим целью нашего исследования явилась оценка эпигенетических эффектов воздействия материнской ГГЦ на плаценту, мозг плода и потомства. ГГЦ у самок крыс линии Wistar вызывали ежедневным пероральным введением метионина (0,6 г/кг массы тела), начиная с 4-го дня беременности. Посттранскрипционную модификацию гистонов (метилирование и ацетилирование) оценивали в плаценте, мозге плода на E14 и E20, а также в коре головного мозга потомства на P5 и P20. По уровню 5-метилцитозина (5mC) судили о степени общего метилирования ДНК. В плаценте были проанализированы уровни экспрессии ряда важных для ее функционального состояния микроРНК. При пренатальной ГГЦ выявлено снижение уровня 5mC в мозге плода на E20. Показано, что экспрессия miR-210, ответственной за гипоксию, и miR-155, регулирующей ангиогенез, были снижены в цельной плаценте на E14 при ГГЦ, но повышены в базальной зоне (БЗ) на сроке E20. В плаценте на E14 при ГГЦ также снижена экспрессия miR-126a и miR-195, связанной с инвазией трофобласта. На E20 ГГЦ вызывает увеличение H3K9me3 в мозге и БЗ плаценты, а также снижение H3K4me3 в зоне лабиринта. В БЗ было также выявлено снижение H4acK16. При этом перенесенная пренатальная ГГЦ не приводила к значимому изменению метилирования и ацетилирования гистона H3 по лизину-9 в коре головного мозга потомства на P5 и P20. Таким образом, материнская ГГЦ способна изменять эпигенетический профиль плаценты и нервной ткани плода, что, в свою очередь, может сделать их более чувствительными к различным повреждениям. Вместе с тем, отсутствие ряда эпигенетических изменений (модификаций гистона H3) в коре головного мозга в раннем постнатальном периоде указывают на необходимость дополнительных исследований механизмов влияния перенесенной пренатальной ГГЦ на постнатальное развитие мозга потомства.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант № 22-15-00393

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ УМЕРЕННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Ирина Ю. Минченкова^{1,2}, Вячеслав О. Матыцин^{2,3}

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, Россия

³Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. И. П. Павлова, Россия

minchenkova.03@gmail.com

Индивидуальные средства защиты человека от вредных профессиональных факторов, специальная одежда и экипировка могут оказывать негативное влияние на качество труда и вызывать преждевременное утомление, в том числе рабочих групп мышц, что в свою очередь снижает качество выполняемой работы. Поэтому при разработке спецодежды и спецснаряжения необходимо проведение тестирования их образцов. Чтобы оценить возможное негативное влияние на работу мышц образцов спецснаряжения, необходимо определить, какие группы мышц в наибольшей степени задействованы при выполнении стандартной физической активности. Электрофизиологические методы исследования, широко применяемые в спорте и медицине, могут быть использованы в сфере разработки профессиональной специальной одежды и экипировки. Изучали изменение электромиографических паттернов мышц нижних конечностей человека при умеренной физической нагрузке. В пилотном исследовании добровольцы (11 мужчин) выполняли степ-тест с уровнем удельной нагрузки 1 Вт/кг массы тела в течение 20 мин. В ходе теста выполняли 8-канальную запись поверхностной электромиограммы (ЭМГ) мышц-антагонистов голени (икроножная и передняя большеберцовая мышцы) и бедра (прямая и двуглавая мышцы) каждой ноги при помощи компьютерного комплекса Нейрософт Нейро-МВП8. Показано статистически значимое снижение средней амплитуды ЭМГ-сигнала мышц-антагонистов голени и снижение средней частоты сигнала мышц-антагонистов бедра ($p < 0,05$); преобладание активности мышц голени левой ноги у всех участников ($p < 0,05$) и тенденция к более быстрому развитию утомления у разгибателей левого бедра; изменение формы ЭМГ-паттернов мышц голени левой ноги, при сохранении таковых у правой ноги; более упорядоченные ЭМГ-паттерны физически тренированных лиц. При проведении сравнительной физиолого-гигиенической оценки образцов специальной обуви, одежды и снаряжения целесообразно использовать выявленные ЭМГ-характери-

стики работающих мышц нижних конечностей.

ЗРИТЕЛЬНОЕ УТОМЛЕНИЕ И СПОСОБЫ ЕГО ОЦЕНКИ

Галина А. Моисеенко

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

moiseenkogalina15m05@gmail.com

Общий принцип возникновения утомления в зрительной системе определяется доминантой или доминирующей совокупностью нервных клеток в задачах, выполняемых людьми на близком расстоянии. Существуют методики диагностики функционирования колбочек и палочек при зрительном утомлении с помощью психофизических тестов и субъективных опросников. Метод вызванных потенциалов позволяет косвенно оценить состояние зрительного утомления. Отрицательное колебание волны с латентным периодом 260 мс и максимумом в Fz имеет большую амплитуду при несовпадении стимулов и классифицируется как колебание N270 (N2), которое отражает сравнение сигналов из разных сенсорных систем [1] и характеристики внимания. Регистрируется N270 (N2) в двухстимульной парадигме в ответ на второй стимул в условиях «конфликта» — несовпадения первого и второго стимулов [1] в задачах сравнения стимулов при отсроченной двигательной реакции. В исследованиях классификации изображений, где необходимо было изменять ответ и допускать ошибки в своих ответах [2] получили, что в случае максимального значения амплитуды, латентный период N2 был при этом увеличен. Результаты по струп тесту также могут быть возможными показателями утомления. Струп тест отражает «психоэмоциональное нагрузочное тестирование продуктивности переработки информации в нейтральных и конфликтных условиях» [3] при логическом и зрительном восприятии цветов. Таким образом, имеется возможность изучения зрительного утомления кроме психологических тестов, с помощью психофизических методов и методов вызванных потенциалов.

1. Никишина и др. Физиология человека. 2023.
2. Моисеенко и др. Оптический журнал. 2020.

НЕИНВАЗИВНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА ПРИ СПИНАЛЬНОЙ МЫШЕЧНОЙ АТРОФИИ — ОБНАДЕЖИВАЮЩИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ЗАДАЧИ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Татьяна Мошонкина¹, Антон Новиков², Мария Мальдова²,
Наталья Шаманцева¹, Иван Шальмиев², Елена Шошина², Наталья Эпоян²,
Наталья Крутикова²

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Медицинский реабилитационный центр ЭйрМЕД, Россия

moshonkina@infran.ru

Спинальная мышечная атрофия (СМА) — орфанное генетическое заболевание, характеризующееся прогрессирующей дегенерацией альфа-мотонейронов спинного мозга. В последние годы в клиническую практику вошли нусинерсен и несколько других препаратов, корректирующих функции генов, непосредственно вовлеченных в патогенез СМА. Тем не менее пациенты со СМА нуждаются в пожизненной реабилитации. Чрескожная электрическая стимуляция спинного мозга (ЧЭССМ) модулирует активность спинальных нейросетей, вовлеченных в регуляцию двигательной активности. Было показано, что ЧЭССМ приводит к реабилитации локомоции и позы у пациентов с параплегией вследствие травмы спинного мозга, инсульта, ДЦП. Мы предположили, что у пациентов со СМА стимуляция может активировать спинальные сети и неповрежденные или медикаментозно восстановленные спинальные мотонейроны, что замедлит прогрессирующее снижение двигательной активности и будет способствовать развитию двигательных навыков. В исследовании приняли участие 37 детей и взрослых со СМА 2 и 3 типов. Средняя продолжительность медикаментозного лечения составила более 20 месяцев. ЧЭССМ проводили одновременно с двигательной терапией в течение 20–40 мин в день на протяжении ~ 12 дней. В качестве показателей результативности воздействия использовали международные двигательные шкалы, разработанные для пациентов со СМА, изменения максимальных углов пассивных движений в суставах с контрактурой и показатель форсированной жизненной емкости легких. Достоверное увеличение оценок двигательной функции, улучшение дыхательной функции и уменьшение контрактур наблюдалось как у участников со СМА 2-го, так и 3-го типа. Величина функциональных изменений не была связана с возрастом участников и с длительностью фармакотерапии, что не соответствует предположению о реабилитационном эффекте ЧЭССМ исключительно за счет воздействия на спинальные

сети и мотонейроны. Возможно, что активируются и другие механизмы. Необходимы дальнейшие исследования для выяснения причин реабилитационного эффекта электростимуляции спинного мозга при СМА.

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ СУЖДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ ИСКУССТВА В УСЛОВИЯХ СОЦИАЛЬНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Жанна В. Нагорнова, Наталья В. Шемякина

Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

nagornova_zh@mail.ru

Целью работы была оценка нейрофизиологических механизмов формирования суждения при восприятии художественных полотен современных авторов в условиях их эксплицитной оценки (на выставке современных художников (О. Николаенко, В. Курносова, Ю. Потапова), в КЦ19, г. Новосибирск). Участники оценивали полотна, которые они выбрали сами для обсуждения в паре, а также оценивали полотна, которые выбрали их партнеры по коммуникации. В исследовании приняли участие 24 взрослых добровольца 18–63 года, медиана — 22,5 года (первый — третий квартиль: 22,5–28,5 лет), 6 мужчин, 18 женщин. ЭЭГ регистрировали монополярно от 19 AgCl электродов (система10–20) при помощи носимого электроэнцефалографа SmartBCI (ООО Мицар, Санкт-Петербург, Россия), частота дискретизации 250 Гц, фильтры высоких — низких частот 0,53, 30 Гц, соответственно, объединенный референт располагался на мочках ушей, электрод «земля» — в передне-центральной отведении. Во время осмотра выставки каждый участник выбирал одну картину, которую он хотел бы обсудить с партнером. Затем проводился поочередный совместный просмотр картин, выбранной одним из участников (от 30 с) и их обсуждение. Оценивали спектральную мощность ЭЭГ в состояниях просмотра картин (свой выбор/выбор партнера) у каждого испытуемого для 19 отведений на 2-х секундных эпохах анализа с 50 % перекрытием — в дельта (1.6–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа1 (8–10 Гц), альфа2 (10–13 Гц), бета1 (13–18 Гц), бета2 (13–30 Гц) диапазонах ЭЭГ. Согласно ЭЭГ-различиям при просмотре своего выбора и выбора партнера испытуемые были разделены на две подгруппы. В первой подгруппе (14 человек) значимо меньшие значения мощности были характерны для восприятия собственной выбранной кар-

тины — в тета, альфа1 и альфа2 диапазонах ЭЭГ, в то время как во второй подгруппе (9 человек) наблюдаются значимо меньшие значения мощности при просмотре картины, выбранной партнером — в дельта, тета, бета1 и бета2 диапазонах ЭЭГ. Можно предположить, что данные подгруппы характеризуются разной стратегией рассмотрения картины партнера. В первой подгруппе, уровень внимания и когнитивного анализа был выше при просмотре своей картины, а при восприятии чужого выбора, происходил, вероятно ассоциативный поиск с собственной перспективой. Участники из второй подгруппы, возможно, старались оценить картинку с точки зрения партнера, при построении его модели психики. Авторы выражают благодарность художникам, организаторам выставки и участникам исследования.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-28-01797

АКТИВАЦИЯ ГЛУТАМАТЕРГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГИППОКАМПА У КРЫС ЛИНИИ КРУШИНСКОГО-МОЛОДКИНОЙ НА НАЧАЛЬНЫХ ЭТАПАХ РАЗВИТИЯ ВИСОЧНОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Александра А. Наумова¹, Дарья М. Мещерякова^{1,2}, Светлана Д. Николаева¹, Елена В. Черниговская¹, Маргарита В. Глазова¹

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

aanumova07@gmail.com

Несмотря на многолетние исследования, молекулярные механизмы, лежащие в основе патогенеза височной эпилепсии, до сих пор до конца не изучены. Перспективной моделью для изучения механизмов эпилептогенеза являются крысы с генетической предрасположенностью к аудиогенным судорожным припадкам (АСП), в том числе крысы линии Крушинского- Молодкиной (КМ). Одиночные АСП у этих животных являются моделью рефлекторной эпилепсии, в то время как многократные стимуляции АСП (аудиогенный киндлинг) приводят к появлению лимбического компонента судорог, посттонического клонуса, что позволяет моделировать у этих животных развитие височной эпилепсии. Показано, что длительный аудиогенный киндлинг (14 АСП, 21 АСП) сопровождается целым рядом изменений в работе возбуждающих глутаматергических нейронов гиппокампа у крыс КМ,

однако нарушения, предшествующие стабилизации лимбических судорог, ранее не изучались. Целью настоящей работы являлась оценка экспрессии и активности белков, регулирующих глутаматную трансмиссию, в гиппокампе взрослых (6-месячных) крыс КМ после 7-дневного аудиогенного киндлинга. В качестве контроля использовали «наивных» крыс линии КМ соответствующего возраста. Анализ маркеров глутаматной системы проводили с помощью Вестерн-блот анализа и иммуногистохимии. Полученные результаты показали, что 7-дневный аудиогенный киндлинг приводит к повышению уровня фосфорилирования протеинкиназы ERK1/2 и транскрипционного фактора CREB в дорсальном гиппокампе крыс КМ, что свидетельствует об активации гиппокампальных клеток. Эти изменения сопровождались повышением продукции глутамата в гранулярных и пирамидных нейронах, а также увеличением содержания везикулярных транспортеров глутамата 1 и 2 (VGLUT1, 2) и уровня фосфорилирования синапсина I, что свидетельствует об активации синаптического выведения глутамата. Анализ глутаматных рецепторов не выявил изменений в экспрессии ионотропных AMPA-рецепторов и метаботропных рецепторов mGluR1 и 5, однако наблюдалось достоверное увеличение экспрессии GluN2B субъединицы NMDA-рецепторов, которое может способствовать повышению возбудимости нейронов. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о значительном увеличении активности глутаматергической системы гиппокампа у крыс КМ на начальном этапе аудиогенного киндлинга. Целесообразно предположить, что эти изменения лежат в основе гипервозбудимости гиппокампальных нейронов и вносят вклад в стабилизацию лимбических судорог.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант 075-00263-25-00

ВЛИЯНИЕ ГИПОКСИИ НА ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ У ДРОЗОФИЛЫ ПРИ ДИСБАЛАНСЕ КИНУРЕНИНОВ

Екатерина А. Никитина^{1,2}, Анна В. Медведева², Дарья М. Каровецкая^{1,2}, Дарья Д. Сафарова¹, Елена В. Савватеева-Попова²

¹Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Россия

²Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

21074@mail.ru

Биохимические каскады, активируемые в ответ на стрессорное воздействие, вносят вклад и в когнитивные функции — обучение и формирование памяти. Общность механизмов, лежащих в основе этих процессов, позволяет посредством арсенала нейробиологических мутаций дрозофилы и использования различных экстремальных воздействий расширить представления о формировании адаптивных реакций. С точки зрения поиска мишеней гипоксического воздействия крайне интересны мутантные линии дрозофилы с нарушением кинуренинового пути обмена триптофана (КПОТ). Дисбаланс уровня метаболитов КПОТ происходит при воспалительных и дегенеративных заболеваниях ЦНС, что свидетельствует об их влиянии на процессы синаптической пластичности, регулирующие формирование памяти и обучения. Цель работы состояла в исследовании влияния нарушений КПОТ на сохранение целостности генетического аппарата и способность к обучению и формированию среднесрочной памяти (ССП) у дрозофилы в условиях гипоксии. Проведена оценка способности к обучению и формированию СПП в парадигме условно-рефлекторного подавления ухаживания у самцов дрозофилы линии дикого типа Canton S и мутанта *cd* (накопление 3-гидроксикинуренина, ЗНОК) при действии гипоксии. Иммунохимическое исследование двухцепочечных разрывов (ДЦР) ДНК в нервных ганглиях личинок показало, что у *CS* в ответ на гипоксическое воздействие наблюдается увеличение свечения, что соответствует высокому уровню ДЦР. Для мутанта *cd* характерен изначально высокий по сравнению с *CS* уровень свечения, не изменяющийся при действии гипоксии, что подтверждает двойственный эффект ЗНОК, обладающего как прооксидантной, так и антиоксидантной активностью. Анализ когнитивного поведения показал, что воздействие гипоксии во время тренировки не оказывает достоверного влияния на обучение и СПП, как у *CS*, так и у мутанта *cd*. Гипоксическое воздействие до тренировки также не затрагивает процессы обучения и памяти у дикого типа, однако мутант *cd* в этом варианте демонстрирует нарушение СПП. В то же время, действие гипоксии после тренировки приводит к достоверному снижению индекса

обучения (ИО) сразу после тренировки у обеих линий. Однако спустя 3 ч у *CS* он возвращается к уровню интактного контроля, а у *cd* так и остается достоверно сниженным. Полученные данные позволяют говорить о том, что запуск клеточной реакции на гипоксию влечет за собой активацию каскадов, значимых для реализации когнитивных функций.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант 075-00263-25-00

РАСПОЗНАВАНИЕ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТЕЙ ПО ГОЛОСУ СЛУШАТЕЛЯМИ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Александр С. Николаев^{1,2}

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, Россия

al.nikolajew@gmail.com

В настоящее время широко исследуются вопросы влияния индивидуальных особенностей слушателя на характер восприятия им речи, в т. ч. речи детей с атипичным развитием [1], [2]. Данная работа проведена с целью изучения возможности распознавания на основе слухового восприятия взрослыми психоневрологического состояния детей с расстройствами аутистического спектра (РАС). Проведён перцептивный эксперимент, для которого созданы 3 аудиотеста, содержащие речевой материал детей с РАС 10–14 лет ($n = 10$) и их типично развивающихся (ТР) сверстников ($n = 10$). Речевой материал детей отобран из базы «AD_Child.Ru» [3] и включал слова и фразы, вырезанные из записей спонтанной речи. В перцептивном эксперименте приняли участие 65 взрослых носителей русского языка (аудиторов): студенты немедицинских направлений ($n = 27$), студенты 1 курса медицинского университета ($n = 19$), ординаторы-психиатры ($n = 14$), врачи — детские психиатры ($n = 5$). Перед аудиторами стояла задача на основе слухового восприятия определить психоневрологическое состояние ребёнка: типичное — атипичное развитие. По результатам перцептивного эксперимента показано, что все группы аудиторов классифицируют психоневрологическое состояние ТР детей с большей точностью, чем состояние детей с РАС. Точность распознавания психоневрологического состояния детей с РАС у студентов обеих групп ниже по сравнению с ординаторами

и врачами ($p < 0,05$). Для ординаторов и врачей дополнительное задание включало определение состояния детей по трём категориям: норма — лёгкие нарушения — тяжёлые нарушения. К категории «лёгкие нарушения» ординаторы отнесли 37 % сигналов детей с РАС, к категории «тяжёлые нарушения» — 48 % сигналов, врачи — 35 % и 54 % сигналов соответственно. Различий в определении состояния детей с РАС между ординаторами и врачами не выявлено. При выполнении заданий перцептивного эксперимента аудиторы демонстрировали умеренную согласованность [4] (среднее значение κ — 0,511).

1. Goy et al. J. Acoust. Soc. Am. 2016.
2. Frolova et al. LNCS. 2019.
3. Lyakso et al. SNSP. 2019.
4. Landis et al. Biometrics. 1977.

Исследование произведено при поддержке: «Гос. задание», грант 075-00263-25-00

ОСОБЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ МОДЕЛИ ПСИХИЧЕСКОГО (THEORY OF MIND) У ДЕТЕЙ С РЕЧЕВЫМИ ПРОБЛЕМАМИ В ДОШКОЛЬНОМ И МЛАДШЕМ ШКОЛЬНОМ ВОЗРАСТЕ

Елена И. Николаева¹, Татьяна Л. Брисберг^{2,3,1}

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», Россия

² Государственное бюджетное учреждение, центр психолого-педагогической, медицинской и социальной помощи «Здоровье» Петроградского района Санкт-Петербурга, Россия

³ Государственное бюджетное дошкольное образовательное учреждение детский сад № 15 компенсирующего вида Петроградского района Санкт-Петербурга, Россия

klemtina@yandex.ru

Модель психического (Theory of mind) представляет собой дальнейшую разработку теории детского эгоцентризма Ж. Пиаже [1]. Модель психического описывает понимание (или непонимание) ребенком того, что у другого человека есть ментальная жизнь, а значит он может иначе видеть окружающую действительность и иметь другое эмоциональное состояние чем то, что испытывает ребенок [2]. Поскольку формирование модели связано с развитием речи, возникла гипотеза о более медленном формировании модели психического у детей с речевыми нарушениями. Проводилась

оценка модели психического у детей с нарушением речевого развития (146 детей 5–7 лет и 54 учащихся начальных классов) и детей с нормативным развитием речи (125 детей 5–7 лет и 47 учащихся начальной школы). Всего было обследовано 372 ребенка. Было показано в рамках регрессионного анализа, что в дошкольном возрасте на зависимую переменную «нарушение речевого развития» влияет снижение уровня сформированности модели психического, сопровождающееся некоторым снижением невербального интеллекта в пределах нормы (матрицы Дж. Равена). Однако в младшем школьном возрасте нарушение речевого развития связано со снижением формирования модели психического без снижения уровня невербального интеллекта. Одновременно у детей снижался и тормозный контроль (оцененный рефлексометрической методикой), что затрудняло формирование доминанты [3], отвечающей за выполняемую деятельность.

1. Пиаже. СПб: Питер. 2004.
2. Сергиенко Психол Иссл. 2009.
3. Ухтомский СПб: Питер. 2002.

Исследование произведено при поддержке: «Российский государственный педагогический университет», грант 52-ВГ

ОСОБЕННОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ СТЕЛОВЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛЫМИ НАРУШЕНИЯМИ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ

Наталья О. Николаева, Виктория Л. Ефимова, Наталья И. Алиева Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена, Россия
prognoz.med@yandex.ru

Тяжелые нарушения речевого развития обычно диагностируются у детей старше 3–4 лет, что в дальнейшем влечет длительную коррекционную работу. Существующие методы диагностики, как правило, недостаточно информативны для прогноза речевого развития таких детей. В докладе представлены данные оценки функционального состояния слуховых трактов ствола мозга у детей с тяжелыми нарушениями речи, аутизмом и нормальным развитием с использованием акустических стеловых вызванных потенциалов (АСВП). АСВП также известны как Auditory Brainstem Response (ABR), представляют собой самый быстрый ответ мозга на звуковую стимуляцию, регистрируемый на уровне мозгового ствола. Этот метод фиксирует активность подкорковых ядер, возникающую в те-

чение 10 мс после воздействия звукового стимула (щелчка или тоновой посылки) [1]. Благодаря своей неинвазивности, скорости, объективности, точности и возможности получения количественных данных, АСВП широко применяется в клинической практике не только для определения порогов слуха, но и для оценки функционального состояния ствола мозга. Изучение латентности и амплитуды пиков АСВП позволяет судить о степени миелинизации слуховых трактов ствола мозга. Исследование выявило, что у детей с тяжелыми нарушениями речи чаще наблюдается задержка проведения биоэлектрического импульса на уровне медиального коленчатого тела таламуса (пик VI АСВП), что свидетельствует о недостаточной миелинизации слуховых трактов. Аналогичные изменения характерны для детей с аутизмом [2], [3], [4]. Использовалась модифицированная методика АСВП с тоновой посылкой 4000 Гц и надпороговой стимуляцией. Полученные данные согласуются с результатами нейровизуализации, указывающими на недостаточную миелинизацию слуховых трактов ствола мозга. Поскольку компоненты АСВП формируются к 28 неделе внутриутробного развития, метод может применяться уже в первые месяцы жизни для выявления детей группы риска по речевым нарушениям, аутизму и трудностям обучения [5], [6]. Кроме того, АСВП позволяет оценивать эффективность коррекционных мероприятий [7].

1. Рожков. Прогноз. 2001.
2. Рожков и др. Центральные механизмы речи. 2019.
3. Ефимов и др. Нейрокомпьютеры. 2017.
4. Efimova, Nikolaeva. Psychology in Russia. 2019.
5. Ефимова и др. Биомедицинская радиоэлектроника. 2017.
6. Ефимов и др. Сенсорные системы. 2014.
7. Ефимова, Лысова. Комплексные исследования детства. 2019.

ДВУХКОМПОНЕНТНАЯ ЗРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НАСЕКОМЫХ

Екатерина С. Новикова¹, Богдан О. Скиба^{1,2}, Александра А. Пуйто¹, Любовь А. Астахова¹, Александр Ю. Ротов¹, **Марианна И. Жуковская¹**

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский государственный университет

os_sacrum@list.ru

Периферическая фоторецепторная система состоит из пары сложных фасеточных глаз и нескольких простых камерных глазков-оцеллей. Сложные глаза с фоторецепторами разных спектральных классов обеспечивают, по крайней мере у некоторых видов, истинное цветовое зрение, позволяющее различать цвет предметов независимо от интенсивности. Оцелли, чаще всего, оценивают общую освещенность в своем поле зрения. Летящие насекомые обладают более развитыми оцеллями, по сравнению с нелетающими, даже в пределах одного вида [1], [2]. Функции оцеллей изучены недостаточно, однако предполагается, что они участвуют в поддержании положения тела в полете и подстройке чувствительности сложных глаз. У таракана *Periplaneta americana*, ведущего ночной образ жизни, электроретинограмма (ЭРГ), отводимая от сложных глаз, зависит от того, освещаются ли оцелли одновременно с глазами или нет. При одновременной стимуляции оцеллей ЭРГ сложных глаз в ответ на яркие вспышки ультрафиолета меньше, чем в ситуации, когда оцелли не стимулируются. Скорость развития фотоответа сложных глаз также существенно зависит от стимуляции оцеллей. Замедление работы сложных глаз позволяет увеличить временное окно для суммации фотонов, попадающих на фоторецепторные мембраны рецепторных клеток, и, соответственно, чувствительность глаза в условиях низкой освещенности. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что оцелли модулируют ответы фоторецепторов сложных глаз в зависимости от уровня освещения.

[1] S. E. Donovan et al., Biol J Linn Soc. 2000

[2] A. Narendra, W. A. Ribi. J Exp Biol. 2017

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 23-74-01147

НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ ЗАПОМИНАНИЯ СЛОВ ПРИ ЧТЕНИИ И ИНДИВИДУАЛЬНЫХ НАВЫКОВ У ПОДРОСТКОВ

Марина В. Норкина¹, Александра А. Берлин Хенис¹, Елена Ю. Семенова¹, Анна Б. Ребрейкина^{1,2}

¹Научно-технологический университет «Сириус», Россия

²Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
norkina.marina.v@gmail.com

Запоминание информации в процессе чтения является важным фактором успешного обучения. При этом процессы памяти могут быть имплицитными — узнавание (ассоциируют с компонентом N400 вызванных потенциалов (ВП)), и эксплицитными — воспоминание (связывают с компонентом P600). Запоминание материала при чтении может быть связано с вербальной памятью, а также с пониманием прочитанного, скоростью чтения, широтой словарного запаса. Целью данного исследования является изучение нейрофизиологических особенностей запоминания слов из прочитанного текста у подростков с различными навыками вербальной памяти, чтения и понимания прочитанного. Участники (N = 312, 11–18 лет, M = 15,55; SD = 1,68) выполняли два блока заданий: поведенческий и психофизиологический. Поведенческий блок включал в себя тесты на понимание прочитанного, вербальную память и задания на навыки чтения методики ИТОГ (Логвиненко и др., н. д.): субтесты «Декодирование. Слова», «Декодирование. Псевдослова», «Словарный запас». В психофизиологическом блоке во время регистрации 128-канальной ЭЭГ участники читали тексты, затем выполняли задание, отвечая, встречалось ли предъявленное слово в тексте или нет. Анализ включал сравнение амплитуды компонентов N400 и P600 на слова из текста и на слова, отсутствовавшие в тексте, а также анализ связи выраженности этих различий с навыками чтения и понимания прочитанного и вербальной памяти. Средняя амплитуда компонента N400 была проанализирована в интервале 450–550 мс в центрально-теменных отведениях, средняя амплитуда компонента P600 — в интервале 600–800 мс в центрально-теменных отведениях. Результаты показали, что на слова текста амплитуда компонента N400 была менее негативная по сравнению со словами, которые не были представлены ранее ($t = -7,89$, $p < 0,000$). Амплитуда P600 была более позитивная на слова из текста ($t = -9,98$, $p < 0,000$); в левом полушарии эффект был более выражен ($t = -4,76$, $p < 0,000$). Эффект узнавания не показал значимую корреляцию с показателями поведенческого тестирования, тогда как эффект воспоминания был более выражен

у участников с более высоким словарным запасом ($t = 3,36$, $p < 0,000$). Запоминание слов из текста не связано с навыками декодирования и вербальной памятью. Однако уровень словарного запаса и эксплицитные процессы памяти связаны. С одной стороны, хорошее запоминание слов при чтении может способствовать расширению словарного запаса; в то же время, объемный словарный запас может способствовать пониманию и, соответственно, запоминанию прочитанного.

Исследование произведено при поддержке: «Научно-технологический университет «Сириус»», грант Соглашение № 075-10-2021-093; Проект COG-RND-2138

ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ ФЕРМЕНТА ГЛИКОГЕН-СИНТАЗЫ КИНАЗЫ-3 И ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМЫХ Ca^{2+} -КАНАЛОВ НА МЕХАНИЗМЫ ВЕЗИКУЛЯРНОГО ЦИКЛА СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА В ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЯХ СОМАТИЧЕСКОЙ МУСКУЛАТУРЫ ДОЖДЕВОГО ЧЕРВЯ

Лениз Ф. Нурулдин^{1,2}, Дмитрий А. Пешехонов², Михаил Е. Волков², Евгений М. Волков²

¹Казанский институт биохимии и биофизики — структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»

²Казанский государственный медицинский университет, Россия

leniz2001@mail.ru

На фрагментах кожно-мышечного мешка дождевого червя *Lumbricus terrestris* методами флуоресцентной конфокальной микроскопии изучали влияния специфических блокаторов (омега- конотоксин GVIA, омега-агатовксин IVA, нитрендипин, SNX-482, мибефрадил) потенциал-зависимых Ca^{2+} -каналов N, P/Q, L, R, T-типов, а также ингибитора внутриклеточного фермента гликоген-синтазы киназы-3 GSK3 (1-азакенпауллон) на процессы экзо-эндозекулярного цикла в холинергических нервно-мышечных синапсах соматической мышцы. В механизмах везикулярного цикла участвуют ионы Ca^{2+} , входящие в терминаль через все типы потенциал-зависимых Ca^{2+} -каналов пресинаптической мембраны. При этом наибольший вклад в процессы эндоцитоза вносят ионы Ca^{2+} -каналы N-, P/Q- и L-типов, тогда как экзоцитоза только каналы N- и P/Q-типов. В процессах рециклинга

существенную роль играет динамин-зависимый эндоцитоз, а восстановление везикулярных пулов в таких синапсах, преимущественно, происходит при участии клатрин-зависимого эндоцитоза. Можно считать, что базисные механизмы регуляции везикулярного цикла в двигательных нервно-мышечных синапсах являются общими для всего филогенетического древа позвоночных и беспозвоночных животных, начиная с аннелид. При этом значение отдельных регулирующих элементов машины везикулярной секреции у аннелид имеет свою отчетливую специфику. Благодарности: Работа выполнена за счет гранта Академии наук Республики Татарстан, предоставленного молодым кандидатам наук (постдокторантам) с целью защиты докторской диссертации, выполнения научно-исследовательских работ, а также выполнения трудовых функций в научных и образовательных организациях Республики Татарстан в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан» (Соглашение № 76/2024-ПД от 16.12.2024).

Исследование произведено при поддержке: «Академия наук Республики Татарстан», грант 76/2024-ПД

ФОРМИРОВАНИЕ НАВЫКОВ ДЕКОДИРОВАНИЯ И ПОНИМАНИЯ ПИСЬМЕННОГО ТЕКСТА В НОРМЕ И ПРИ ДИСЛЕКСИИ: АНАЛИЗ ОКУЛОМОТОРНЫХ РЕФЕРЕНТОВ ЧТЕНИЯ У ДЕТЕЙ 9–11 И 12–13 ЛЕТ

Сергей Р. Оганов, Александр Н. Корнев

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет,
Россия

oganov.s.r@gmail.com

Специфическое нарушение навыка чтения — дислексия, встречается у 5–10 % школьников. Не смотря на широкий массив исследований о состоянии техники чтения у детей с дислексией, остается малоизученной процессуальная сторона формирования навыков декодирования и понимания письменного текста. Одним из эффективных методов изучения феноменологии чтения является айтрекинг. Результаты наших исследований (Оганов, Корнев, 2023) позволяют утверждать, что параметры движений

взора могут рассматриваться в качестве окулomotorных референтов умственных операций, связанных с декодированием и смысловым анализом текста. В связи с этим, нами предпринято настоящее исследование, цель которого состояла в анализе окулomotorных референтов навыков декодирования и смыслового анализа текста у детей с дислексией 9–11 и 12–13 лет. В исследовании приняло участие 109 детей двух возрастных групп: 82 ребенка 9–11 лет (42 с нормой чтения, 40 детей с дислексией); 27 детей 12–13 лет (17 — с нормой чтения, 10 детей с дислексией). Детям каждой возрастной группы предлагались к прочтению 2 научных текста соответствующей возрасту сложности. Осуществлялась регистрация движений взора айтрекером SMI RED500. Были проанализированы: среднее количество (в пересчете на 1 слово) и продолжительность фиксаций, доля микро-регрессивных, коротких, средних и длинных регрессивных саккад относительно общего количества регрессов. Статистический анализ данных показал, что дети с дислексией обеих возрастных групп совершают больше фиксаций ($p < 0.001$) чем сверстники с нормой чтения, при этом фиксации характеризуются большей продолжительностью ($p < 0.001$). Обнаружено, что дети с дислексией чаще совершают микро- ($p < 0.01$) и короткие ($p < 0.01$) регрессивные саккады и реже — средние ($p < 0.01$) и длинные ($p < 0.01$). Сравнение возрастных групп по исследуемым параметрам показало, что в норме старшие дети совершают более короткие фиксации ($p < 0.001$), а также реже прибегают к микро- ($p < 0.001$) и коротким регрессам ($p < 0.05$) и чаще — к средним ($p < 0.001$) и длинным ($p < 0.001$), чем дети младшей группы. При этом обнаружено, что старшая группа детей с дислексией практически не отличалась от младшей группы дислексиков по исследуемым параметрам. Полученные данные свидетельствуют о наличии нарушений как навыков декодирования, так и навыков смыслового анализа текста у детей с дислексией. Сравнение возрастных групп демонстрирует стойкость и глубину нарушений данных навыков, не претерпевающих значительных изменений по мере взросления детей с дислексией.

ОКУЛОМОТОРНЫЕ КОРРЕЛЯТЫ ПРОЦЕССОВ ПОСТРОЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОГО И УСТНОГО НАРРАТИВА У ДЕТЕЙ 5–6 ЛЕТ

Юлия Л. Оганова, Александр Н. Корнев, Ингрида Й. Балчюниене, Сергей Р. Оганов

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Россия

nikolaeva.yul@gmail.com

Навыки, связанные с созданием нарративов, играют важную роль в развитии ребенка, являясь частью процессов социокультурного развития, формирования связной устной речи, усвоения письменной речи и др. Тем не менее, формирование нарративов у детей остается недостаточно исследованным вопросом. Отчасти, это связано с трудностью объективации процессов построения нарратива — умственных действий, посредством которых ребенок конструирует нарратив. Результаты наших исследований продемонстрировали эффективность айтрекинга для операционализации умственных действий при выполнении речевых задач, сопровождаемых движениями взора. В связи с этим, нами предпринято исследование, цель которого состояла в изучении окуломоторных коррелятов процессов построения визуального и устного нарратива у детей 5–6 лет. В исследовании приняли участие 20 детей 5–6 лет с нормой развития. Процедура предполагала 2 задания: разложить в верной последовательности сюжетные картинки (создание визуального нарратива); придумать и рассказать историю с опорой на визуальный нарратив (создание устного нарратива). При выполнении заданий регистрировались движения взора мобильным айтрекером PupilLabs. Анализировались: количество фиксаций (общее и на каждой из картинок); количество саккад (общее, а также между близлежащими и отдаленно расположенными картинками). Сравнительный анализ выявил достоверные различия между 1-м и 2-м заданием в количестве фиксаций ($p < 0.001$), саккад между близлежащими ($p < 0.05$) и между отдаленными картинками ($p < 0.001$). Корреляционный анализ выявил достоверные взаимосвязи между саккадами и количеством баллов за визуальный нарратив ($r = 0.770$, $p < 0.01$). Также анализ взаимосвязей обнаружил корреляцию количества саккад с количеством грамматических ошибок ($r = 0.955$, $p < 0.001$) и пауз ($r = -0.811$, $p < 0.05$) в устном нарративе. Результаты исследования позволяют предполагать, что интенсивность движений взора отражает трудоемкость умственных действий при синтезе визуального и устного нарратива. Анализ окуломоторных коррелятов умственной деятельности показал, что поиск и уточнение связности между

событиями нарратива осуществлялся как при построении визуального, так и продукции устного нарратива. Количество саккад, по-видимому, отражает процесс анализа взаимосвязей между событиями, изображенными на картинках, что подтверждается связью с общим количеством баллов за визуальный нарратив, а также связью с качественными характеристиками устного нарратива.

ПРИНЦИП ДОМИНАНТЫ В ПРОФИЛАКТИКЕ ВОЗРАСТНЫХ СЛУХОРЕЧЕВЫХ И КОГНИТИВНЫХ ПРОБЛЕМ ЧЕРЕЗ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ТРЕНИНГ

Елена А. Огородникова¹, Мария Ю. Бобошко², Ирина П. Бердникова², Екатерина С. Гарбарук², Наталия В. Мальцева², Иван С. Медведев¹, Сергей П. Пак¹

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова Министерства здравоохранения РФ

ogorodnikovaea@infran.ru

Учение А. А. Ухтомского о доминанте как «общем рабочем принципе нервных центров» вместе с представлениями И. П. Павлова о «центрах оптимальной возбудимости» создают основу для понимания физиологического субстрата внимания и процессов его переключения, что является важной составляющей адекватного подхода к организации обучения, а также функционального тренинга в целях профилактики возрастных нейродегенеративных проблем. Актуальными возрастными рисками, помимо развития старческой астении, выступают сенсорные и когнитивные дисфункции. Наиболее распространенными из них являются нарушения слуха и коммуникации. При этом слуховые аппараты не всегда помогают, что может быть связано с состоянием центральной слуховой системы и когнитивных функций. Цель исследования — оценка влияния тугоухости на когнитивные показатели и поиск методов коррекции слухоречевого восприятия и других сенсорно-когнитивных процессов у лиц пожилого возраста. Посредством Монреальской когнитивной шкалы проведено тестирование пациентов ($n = 42$) разного возраста, которым дополнительно выполнялась тональная пороговая и речевая аудиометрия с оценкой центральной слуховой обработки. Для коррекции слухоречевого восприятия отобраны 30 пациентов с сенсоневральной тугоухостью: 18–32 лет

(n = 14) и 60–82 лет (n = 16), которым проводился курс слуховой тренировки с оценкой разборчивости фраз тестом RUMaTix в тишине и в шуме до и после курса занятий. Дополнительно получены данные по 4-недельному сенсорно-когнитивному тренингу 16 пожилых людей, не имеющих выраженных проблем со слухом; оценивали показатели слухоречевого и зрительного восприятия, мелкой моторики, внимания, памяти, межполушарного взаимодействия. Установлена достоверная связь между состоянием слуха и когнитивным статусом, особенно у пациентов гериатрического профиля. Подтверждено значимое улучшение разборчивости речи после курса слухоречевых тренировок у пациентов обеих возрастных групп и достоверное повышение сенсорно-когнитивных показателей пожилых людей после тренинга. Данные свидетельствуют о целесообразности применения функциональных тренировок в целях профилактики возрастных рисков на основе реализации «принципа доминанты» в программе активации сенсорно-когнитивных процессов (разделов тренинга) с учетом индивидуального профиля (слухового, речевого и когнитивного дефицита) пациента для персонификации курса занятий и повышения их эффективности.

Исследование произведено при поддержке:

1. «Госзадание», № гос. рег.124020600057–3
2. «Госзадание», № гос. рег. 1021062411645-5-3.1.8

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К СЕНСОРНОЙ ДЕПРИВАЦИИ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ НА ПОВЕДЕНЧЕСКОМ И КЛЕТОЧНОМ УРОВНЯХ У КРЫС

Мария С. Одринская, Анна О. Манолова, Инна С. Мидзяновская,
Наталья В. Гуляева, Владимир В. Раевский

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

odrinskai@mail.ru

Постнатальный онтогенез характеризуется последовательным формированием сенсорных систем, что сопровождается появлением первых поведенческих реакций. Структурная организация поведения и восприятия афферентации от вибрисс завершается к 9 постнатальному дню (ПД), и с этого момента вибротактильная сенсорная информация участвует как в развитии, так и в адаптации организма. Целью нашей работы является изучение последствий

ограничения сенсорной афферентации в течение 2-й недели постнатального онтогенеза на поведенческом и клеточном уровнях у крыс. Работа выполнена на крысах Wistar, подвергнутых однократной вибрисэктомии. На 9 ПД крысята были разделены на три группы: интактные (Int), ложно вибрисэктомированные (Sham), вибрисэктомированные (VE). В тесте «Открытое поле» на 10, 14, 18 ПД оценивали развитие пространственного поведения и записывали ультразвуковую вокализацию для оценки эмоциональных реакций на стресс новизны. Исследование морфологии микроглии и уровня миелинизации было проведено на фронтальных 50мкм срезах мозга, которые иммуногистохимически окрашивали антителами к маркерам микроглии (Iba-1) и миелина (MBP). Проводили оценку фрактальной размерности (ФР) микроглии и полуколичественный анализ миелинизированных волокон соматосенсорной коры в области коркового представительства вибрисс (S1BF). Статистический анализ данных поведения проводили с помощью дисперсионного анализа, а данных морфологического анализа — при помощи критерия Краскела-Уоллиса. На 10 ПД не было обнаружено влияния вибрисэктомии как на поведение, так и на ФР микроглии и уровень миелинизации. На 14 ПД у группы VE по сравнению с Sham и Int площадь траектории перемещения была значимо меньше ($p = 0.03$). Количество, мощность и суммарная длительность аверсивных вокализаций была значимо выше у животных с депривацией ($p = 0.001$). В S1BF у группы VE было обнаружено значимое увеличение показателя ФР микроглии на 14 ПД по сравнению с контрольными группами ($p = 0.005$). На 18 ПД не было обнаружено различий в исследованных поведенческих показателях и во ФР микроглии, но было обнаружено значимое снижение уровня миелинизации в II\III слоях коры в группах VE и Sham по сравнению с группой Int ($p = 0.04$). Обнаруженные нами изменения, такие как уменьшение площади перемещения и повышение аверсивной вокализации, а также увеличение ФР микроглии и снижение уровня миелинизации, рассматриваются нами как адаптация к ограничению видоспецифической вибротактильной чувствительности в раннем онтогенезе.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТОВ НИКОТИНА И ЦИТИЗИНА НА ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ У КРЫС

Вера А. Павличенко, Даниил А. Сапелкин, Алексей И. Борисов, Артем А. Савченко, Илья М. Суханов

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова

picklevera2@gmail.com

Апатия — трансдиагностический феномен, сопровождающий многие нейropsychические заболевания. Также данный симптом — частое внесезонное проявление новой коронавирусной инфекции, что показывает ее распространенность среди пациентов других профилей. В данный момент не существует одобренной терапии апатии. Наиболее изученная в таком качестве группа ингибиторов дофаминового транспортера обладает аддиктивным потенциалом, что ограничивает возможность их клинического применения. Альтернативой могут стать другие группы веществ с психостимулирующим действием, например, агонисты центральных Н-холинорецепторов. Цель: сравнить эффекты центральных Н-холиномиметиков никотина (неселективный полный агонист) и цитизина ($\alpha 4\beta 2$ частичный агонист) на число полученных пищевых подкреплений в оперантном режиме «возрастающее соотношение» (ВС). Эксперименты выполнены на крысах стока Wistar (σ , $n = 11$). Крысы содержали по одиночке со свободным доступом к воде, в режиме частичной пищевой депривации с поддержанием массы тела $\approx 90\%$ от изначальной. Эксперимент проводили в оперантных камерах. Обучение животных проходило последовательно в режимах «фиксированное соотношение» (ФС) и ВС. В режиме ФС число нажатий для получения одного подкрепления увеличивали от 1 до 5 по мере вхождения животных в критерий выработки навыка: 50 подкреплений за 30 мин. Затем в ежедневных сессиях (120 мин) крысы могли получать пищевое подкрепление в режиме ВС3: для получения каждого последующего подкрепления число необходимых нажатий увеличивалось на 3. После стабилизации поведения проводились тесты с никотином (0,4 мг/кг, п/к) и цитизином (0,3; 1; 3 мг/кг, п/к), порядок доз определяли по схеме «Латинский квадрат», тесты проводили с интервалом в 72 ч. Анализировалось число полученных подкреплений за сессию. Статистическую обработку результатов проводили в программе SPSS. Введение никотина сопровождалось статистически значимым ($p < 0,05$, тест Уилкоксона) увеличением числа полученных подкреплений. При оценке эффекта цитизина

выявлен тренд к влиянию фактора «доза» на число полученных подкреплений ($F(3,10) = 2,99$, $p = 0,08$, дисперсионный анализ на ранжированных данных). Результаты настоящего исследования подтверждают гипотезу, что центральные $\alpha 4\beta 2$ Н-холинорецепторы являются потенциальной мишенью терапии апатии. Однако вероятно более перспективными является разработка полных, а не частичных агонистов $\alpha 4\beta 2$ -рецепторов.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ХРОНИЧЕСКОГО СТРЕССИРОВАНИЯ В ГИППОКАМPE КРЫС ЛИНИЙ С КОНТРАСТНЫМ УРОВНЕМ ВОЗБУДИМОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Марина Б. Павлова, Наталья А. Дюжикова

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

pavlova@infran.ru

Линии крыс с наследственно обусловленным высоким и низким уровнем возбудимости нервной системы представляют собой поведенческие модели различных форм стресс-индуцированных тревожно-депрессивных расстройств. Исследование нейрогеномных механизмов формирования этих патологий представляет актуальную задачу в связи с поиском молекулярных мишеней для купирования патологических симптомов и разработки фармакогеномных подходов к их лечению. Цель исследования — выявление генов, дифференциально экспрессирующихся (ДЭГ) в гиппокампе самцов крыс двух линий ВП и НП, различающихся по порогу возбудимости нервной системы (ВП высокий порог, НП низкий порог), под влиянием длительного эмоционально-болевого стрессорного воздействия (ДЭБС) в соответствии со схемой К. Гехта. Дифференциальную экспрессию генов оценивали с помощью программы Deseq2 (критерий отбора: $\text{padj} < 0,05$) на основе данных полного транскриптомного анализа (RNA-Seq; ЦКП «Геноаналитика») образцов гиппокампа групп интактных и стрессированных крыс обеих линий ($n = 5$). При исследовании транскриптомных профилей гиппокампа крыс линий ВП и НП в норме выявлено 654 ДЭГа. Под влиянием ДЭБС в линии НП достоверных изменений экспрессии не обнаружено. В линии ВП обнаружено 172 ДЭГа; уровень экспрессии 67-ми генов увеличился после ДЭБС, 105-ти — уменьшился. 124 ДЭГа из 172-х продемонстрировали различия как при сравнении линий в норме, так и при действии стресса в линии ВП. Анализ обогащения по функциональной

принадлежности (GSEA; DAVID) этих ДЭГов, выявил 24 значимых биологических пути, большинство из которых связано с работой ЦНС — «долговременная синаптическая потенция», «дифференциация нейронов», «регуляция нейрональной синаптической пластичности» и др. Среди выявленных ДЭГов особый интерес могут представлять гены, ассоциированные с психопатологией у человека (Acer2; Ehmt1; Grin2c; P2rx7; Penk; Ppp1r1b; Vgf). Обсуждается связь нейрогенных межклеточных различий крыс линий ВП и НП в реакции на ДЭБС с уровнем возбудимости нервной системы, а также функциональный вклад выявленных ДЭГов в наблюдаемые различия.

Исследование произведено при поддержке: «Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант 1021062411629-7-3.1.4

СЛУХОВАЯ ФУНКЦИЯ У ДЕТЕЙ С ДИСЛЕКСИЕЙ: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Ольга П. Павлова¹, Екатерина С. Гарбарук^{2,1}, Юлия Л. Оганова¹, Павел В. Павлов¹, Александр Н. Корнев¹, Мария Ю. Бобошко²

¹Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

olga_pavlova_p@mail.ru

При обследовании детей с дислексией принято исключать патологию слуховой системы. При этом обычно не учитывается состояние центральной слуховой обработки, нарушение которой приводит к центральным слуховым расстройствам (ЦСР). При анализе литературы о связи ЦСР и дислексии были обнаружены противоречивые данные: в некоторых исследованиях указано, что дети с дислексией обладают нормальными способностями к слуховой обработке; в других работах упоминается, что для детей с дислексией характерны различные паттерны ЦСР. Цель настоящего исследования — оценить состояние центральных отделов слуховой системы у детей с дислексией. В исследование вошли две группы детей без периферической тугоухости: 12 детей с дислексией (основная группа) и 11 типично развивающихся детей (контрольная группа). Всем было проведено базовое аудиологическое обследование и оценка состояния центральных отделов слуховой системы с помощью психоакустических тестов (речевая аудиометрия на фоне шума; аудиометрия чередующей-

ся бинаурально речью; дихотический числовой тест; тест обнаружения паузы, оценка оперативной слуховой памяти). Выполнено анкетирование родителей и учителей с помощью скрининговых опросников Фишера и SHAPS, предназначенных для выявления слуховых проблем. Для постановки диагноза ЦСР использовались критерии F. Musiek, G. Chermak, по которым выделены три категории: наличие ЦСР, отсутствие ЦСР, пограничная группа (отдельные признаки ЦСР). По результатам проведенных исследований в основной группе 42 % детей имели отдельные признаки ЦСР, в контрольной — 9 %. Наибольшие трудности дети основной группы испытывали при выполнении дихотического числового теста, выявлено значимое отличие от контрольной группы ($p < 0,05$). У 50 % детей с дислексией отмечен сниженный объем оперативной слуховой памяти. Результаты анкеты Фишера не соответствовали норме у 5 детей с дислексией (при психоакустическом тестировании у двоих выявлены признаки ЦСР), анкеты SHAPS — у 2 детей (у одного — признаки ЦСР). По предварительным данным исследования, полученные результаты могут свидетельствовать о снижении способности к бинауральной обработке звуков и о наличии межполушарной асимметрии у детей с дислексией.

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ А.А. УХТОМСКОГО И СОВРЕМЕННАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

Юрий И. Поляков^{1,2,3}

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

³Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России

yu.poliakov@gmail.com

К основным научным концепциям А. А. Ухтомского относятся его учение о доминанте, принцип усвоения ритма и теория интегративной деятельности нервной системы. Его идеи помогают понять механизмы регуляции адаптации организма к изменяющимся условиям и патогенез заболеваний, поэтому остаются актуальными для клинической практики и сегодня. Доминанта определяется как временно господствующий очаг возбуждения в центральной нервной системе, который определяет направленность поведения и реакций организма. В клинической практике учение о до-

минанте помогает объяснить механизмы образования патологических состояний, таких как хронические боли, фобии, навязчивые состояния, аддикции и др. Понимание механизмов формирования патологических состояний дает возможность осмысленно психотерапевтическим методом разрушать патологическую доминанту, а также использовать и модернизировать психотерапию, направленную на формирование новых доминант. Принцип усвоения ритма используется в реабилитационной медицине, напр., при восстановлении двигательных функций после инсульта. Теория интегративной деятельности нервной системы помогает понять механизмы развития нейродегенеративных заболеваний. Нарушение интеграции между различными отделами мозга приводит к дисфункции когнитивных и двигательных функций. Современные методы лечения, такие как глубокая стимуляция мозга, основаны на принципах восстановления интегративной деятельности нервной системы. Нарушения лабильности наблюдаются при различных неврологических и психических заболеваниях, таких как эпилепсия, шизофрения и тревожные расстройства. Понимание механизмов лабильности позволяет разрабатывать методы коррекции этих состояний, например, с помощью медикаментозной терапии или нейрофидбека. Методы нейрореабилитации, такие как транскраниальная магнитная стимуляция и биоуправление, основаны на принципах, сформулированных Ухтомским. Ухтомский рассматривал человека как целостную систему, в которой физиологические и психологические процессы тесно взаимосвязаны. Его идеи о единстве тела и духа имеют большое значение для современной психосоматической медицины.

ОБЪЕКТИВИЗАЦИЯ В ПСИХИАТРИИ СЕГОДНЯ И В ПЕРСПЕКТИВЕ

Юрий И. Поляков^{1,2,3}

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

³Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России

yu.poliakov@gmail.com

Психиатрия всегда сталкивается с вызовами, связанными с субъективностью диагностики психических расстройств. В отличие от других медицинских

дисциплин, где диагнозы, подтверждаются объективными данными, психиатрия до настоящего времени опирается в основном на субъективные оценки симптомов, поведенческих паттернов. Однако, с развитием технологий и нейронаук психиатрия движется в сторону объективизации, что открывает новые перспективы для диагностики и лечения. Психиатрия традиционно сталкивается с проблемой субъективности в диагностике и в оценке эффективности лечения. Диагностические критерии основаны на клинических интервью и наблюдениях, что приводит к разногласиям между специалистами. Это создает трудности в стандартизации подходов и разработке персонализированных методов лечения. Сегодня появляется возможность использовать в психиатрической диагностике достижения нейронаук, генетики, биохимии и технологий для повышения объективности. Остановимся на некоторых из этих методов. Биомаркирование: поиск биологических маркеров, которые могут указывать на наличие конкретных психических расстройств. Типы биомаркеров, используемых в психиатрии: генетические (напр., полиморфизмы генов), биохимические (уровни нейротрансмиттеров, гормонов или воспалительных маркеров), иммунологические.

Нейровизуализация: использование МРТ (выявление изменений в веществе мозга), ПЭТ (изучение метаболической активности мозга при разных психических расстройствах) и фМРТ (анализ функциональной связности между различными областями мозга). Генетические исследования: изучение генетических предрасположенностей к психическим расстройствам. В перспективе в объективизации психических заболеваний существенную роль может сыграть развитие искусственного интеллекта, разработка новых биомаркеров, а также появление новых теорий мозга, в частности, формирование гиперстетевой теории мозга. Активное использование методов объективизации в психиатрии позволит повысить точность диагностики, выявлять заболевания на ранних стадиях, оценивать эффективность лечения в динамике.

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВЫЕ И ПОГРАНИЧНЫЕ РАССТРОЙСТВА У ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ОНМК — ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Мария А. Привалова^{1,2,3}, Игорь В. Литвиненко², Юрий И. Поляков^{4,3,5}, Мария Г. Соколова⁶

¹ Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Госпиталь для ветеранов войн»

² Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

³ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова

⁴ Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

⁵ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

⁶ Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

privamariya@yandex.ru

Острое нарушение мозгового кровообращения (ОНМК), не смотря на быстро развивающиеся медицинские технологии в области диагностики и лечения, продолжают занимать лидирующие позиции по распространенности, смертности и инвалидизации в мире. Цель исследования — оценить влияние эмоционально волевых расстройств на эффективность реабилитационных мероприятий у пациентов после ОНМК. В исследовании принимало участие 139 пациентов в возрасте 60–75 лет, с диагнозом: ОНМК. Неврологический дефицит оценивался как инсульт среднетяжелого течения. По шкале мобильности Ривермид от 5 до 7 баллов. Женщины — 91 человек; мужчины — 48. Оценка депрессии проводилась по психометрическим шкалам: шкала Гамельтона и шкала Бека. Основная группа — 109 человек (73 женщины и 36 мужчин) с диагностированной постинсультной депрессией (14 баллов и выше по шкале Гамельтона и 19 баллов и выше по шкале Бека). На фоне лечения антидепрессантами в течение 14 дней в остром периоде ОНМК отмечена положительная динамика в течении постинсультной депрессии по шкале Гамельтона у 43 % пациентов отмечается снижение до 13 баллов, по шкале Бека до 18 баллов у 38 % пациентов основной группы. Неврологический дефицит уменьшился по шкале NIHSS на 3 и более балла у 83 % пациентов, по шкале Ривермид пациенты с 9 баллами (способные к самообслуживанию) составили 74,5 % в основной группе. Своевременное выявление пограничных состояний и коррекция постинсультной депрессии в раннем восстановительном периоде ОНМК позволяет более эффективно восстановить утраченные функции, а также снизить риск развития повторных ОНМК.

ОТСУТСТВИЕ ПОЛНОРАЗМЕРНОГО БЕЛКА ДИСТРОФИНА У МЫШЕЙ MDX ПРИВОДИТ К ИЗМЕНЕНИЮ УРОВНЯ БЕЛКОВ ПЛОТНЫХ КОНТАКТОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВАХ И НЕ ВЛИЯЕТ НА ИХ УРОВЕНЬ В КРОВЕНОСНЫХ СОСУДАХ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Ирина А. Разговорова

Санкт-Петербургский государственный университет

i.razgovorova@spbu.ru

Осуществление функций в нервной системе обеспечивается клеточными механизмами, а также взаимодействием комплексов белков мембраны с межклеточными структурами. Дистрофин является цитозольным белком, связывающим сократительные белки мышечного волокна через трансмембранный дистрофин-ассоциированный белковый комплекс с внеклеточным матриксом. Полноразмерный дистрофин присутствует не только в мышцах, но также в эндотелии сосудов. Отсутствие этой изоформы белка приводит к нарушению взаимодействия внутриклеточных белков с матриксом. Это может приводить к изменению барьерных свойств миелиновой оболочки периферических нервов, а также к изменению проницаемости эндотелия сосудов, что определяет состояние гематоэнцефалического барьера. Показано, что отсутствие дистрофина ассоциировано с изменением когнитивных и поведенческих реакций у животных и человека. Нарушение барьерных функций в периферическом нерве и сосудах головного мозга после потери дистрофина остаётся мало изученным. Опыты проводили на самцах мышей mdx и мышцах C57Bl с соблюдением биомедицинских норм, определенных законодательством РФ. Для оценки общей локомоторной активности и тревожности использовали тест крестообразный приподнятый лабиринт, для депрессивно-подобного состояния — тест Порсолта. Методом Вестерн-блот были исследованы белки плотных контактов: клаудин-1, -5, -12 и окклюдин, изменение уровня которых влияет на проницаемость тканевых барьеров. У мышей mdx достоверно снижалась двигательная активность по сравнению с C57Bl. Оценка тревожности показала достоверное уменьшение эпизодов свешивания у мышей mdx по сравнению с контролем. По другим поведенческим параметрам не было выявлено достоверных отличий. Снижение двигательной активности мышей mdx является прямым результатом молекулярных изменений в нервно-мышечном аппарате, что характерно для данного вида патологии и не связано с повышенным уровнем стресса. В ткани седалищного нерва мышей mdx показано достоверное увеличение уров-

ня клаудина-5, -12 и окклюдина и уменьшение клаудина-1 по сравнению с контролем. Подобных изменений в сосудах головного мозга у мышей mdx не обнаружено. Результаты свидетельствуют, что потеря полноразмерного белка дистрофина вызывает изменение функциональной связи между мышцей и периферическим нервом, в то же время не влияет на состояние плотных контактов, являющихся молекулярным компонентом гематоэнцефалического барьера.

ВОЗРАСТНАЯ ДИНАМИКА НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАБОТКИ ЛЕКСИЧЕСКОЙ И ГРАММАТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ И ЕЕ СВЯЗЬ СО СКОРОСТЬЮ ЧТЕНИЯ У ПОДРОСТКОВ 11–17 ЛЕТ

Анна Б. Ребрейкина^{1,2}, Ольга В. Сысоева^{1,2}, Максим О. Маркевич¹

¹Научно-технологический университет «Сириус». ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия

²Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии

наук rebreykina.ab@talantiuspeh.ru

Чтение является сложным процессом, в котором выделяют ряд этапов, связанных с орфографическим, лексико-семантическим и грамматическим анализом. Временные рамки данных этапов зависят прежде всего от опыта, навыков чтения и возраста. Чтение взрослых, по сравнению с детьми 7–10 лет, характеризуется укорочением латентностей, сдвигом сложных и высокоуровневых процессов обработки на более ранние временные этапы. Однако малоизученным остается вопрос о возрастной динамике этих преобразований, так как подростковый период зачастую остается за рамками исследований. Цель работы — изучить нейрофизиологические характеристики различных этапов обработки лексической и грамматической информации и их возрастную динамику, оценить их связь со скоростью чтения у подростков в возрасте 11–18 лет. Во время регистрации ЭЭГ от 128 каналов участники (N = 212, средний возраст = 15,58 (SD = 2.27)) читали на экране предложения, завершающиеся целевым стимулом (слово или псевдослово; грамматически согласованное или грамматически несогласованное) и определяли, является ли предложение грамматически правильным. Мы анализировали амплитуду компонентов N170, N400, LAN, P600 на четыре типа целевых стимулов с

учетом возраста и скорости чтения. Выявлены статистически значимые грамматические (различия между грамматически согласованными и несогласованными словами) и лексические (различия между словами и псевдословами) эффекты. При сравнении с правильными словами, N170 был позитивнее на грамматически несогласованные слова ($p = 0,003$) и на псевдослова ($p = 0,001$), N400 был негативнее на грамматически неверные слова ($p < 0,008$) и на псевдослова ($p < 0,008$), P600 был больше на грамматически неверные слова ($p < 0,008$) и на псевдослова ($p < 0,008$). Для грамматически несогласованных слов наблюдался значимый эффект LAN. С возрастом увеличивался N170 лексический эффект и связь его выраженности со скоростью чтения. Лексические эффекты для N400 и P600 были больше в младшем возрасте, как и связь скорости чтения с их выраженностью. Для грамматических эффектов взаимосвязи со скоростью чтения и возрастом отсутствовали. Наши данные показывают, что в подростковом возрасте продолжается развитие процесса чтения. У младших подростков лексическая обработка в большей степени проявляется на поздних временных этапах. С возрастом, примерно с 13–14 лет, лексическая обработка начинается на более ранних временных этапах. Лексическая обработка связана со скоростью чтения, тогда как грамматическая обработка не обнаружила таких связей.

Исследование произведено при поддержке: «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации», грант Соглашение № 075-10-2021-093

ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОГО ЗАНЯТИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ СТАТИСТИЧЕСКОГО НАУЧЕНИЯ НА НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБРАБОТКИ НОВЫХ СЛОВ У ДЕТЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ ЭКСПРЕССИВНОЙ РЕЧИ

Анна Б. Ребрейкина^{1,2}, Антонина Ф. Шапошникова², Татьяна Т. Батышева²

¹Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук

²Научно-практический Центр детской психоневрологии (НПЦ ДП) Департамента здравоохранения г. Москвы

anna.rebreikina@gmail.com

Одним из механизмов, лежащих в основе усвоения речи, является статистическое научение, которое предполагает, что люди произвольно обучаются распознавать закономерности во входящей информации по мере

накопления опыта. Полагают, что у детей с задержкой речевого развития может быть затруднено выделение фонологической информации, вследствие чего статистическое научение также может быть снижено, по сравнению с типично развивающимися сверстниками [1]. Таким детям необходим больший, чем в повседневной жизни, объем материала в различных контекстах, чтобы они смогли усвоить отдельные слова. Цель настоящей работы — изучить нейрофизиологические характеристики обработки новых слов у детей с расстройством экспрессивной речи после одного занятия, во время которого слова многократно предъявляли в различных контекстах. Участники: 18 детей в возрасте от 3 до 9 лет с «Расстройством экспрессивной речи», проходящие лечение в НПЦ ДП ДЗМ. На первом этапе детям по 4 раза предъявляли 30 пар придуманных изображений и новых слов (псевдослов), их обозначающих. Через 2–3 дня после первого этапа проводили индивидуальное 20-ти минутное занятие, во время которого педагог в игровой форме по 30 раз произносил в различных предложениях 15 из этих псевдослов и показывал их изображения. На следующий день во время регистрации ЭЭГ ребенку предъявляли все 30 пар изображений и псевдослов из первого этапа. Каждое псевдослово предъявлялось 3 раза с соответствующим изображением (конгруэнтное условие) и 3 раза с не подходящим изображением (неконгруэнтное условие). Анализировали среднюю амплитуду вызванных потенциалов (ВП) в интервале 600–1000мс для конгруэнтных и неконгруэнтных условий на псевдослова, повторенные на занятии, и на псевдослова, которые не повторяли. Наблюдалось облегчение обработки повторенных псевдослов, по сравнению со словами, которые не повторяли, что отражалось в менее выраженном потенциале в конгруэнтном условии ($F(1, 17) = 6,32, p = 0,023$). При этом неконгруэнтное условие вызывало большую негативность потенциала для обоих типов псевдослов ($F(9, 153) = 3,88, p < 0,001$), однако для «повторенных» псевдослов различия наблюдались более билатерально. Таким образом, однократное занятие, основанное на теории статистического научения, усиливает следы памяти для нового слова и облегчает его последующую обработку.

[1] Alt H. et al., Speech Lang Hear Res. 2020

МАНУАЛЬНАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОПЕРАТОРА

Марина К. Ржепецкая, Светлана С. Гринчук, Ольга В. Лучникова

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

martje@rambler.ru

Независимые исследования выявили взаимосвязь функциональной асимметрии с адаптационными возможностями человека, спортивными достижениями, особенностями стратегии мышления, способности обучения, лечения больных. Целью нашего исследования являлось определить наличие взаимосвязи работоспособности операторов, несущих круглосуточное дежурство, и индивидуального индекса асимметрии (ИИА). Проведено 5-кратное обследование (через каждые 3 месяца) операторов в исходном состоянии и после суточного дежурства. Анализировались величины сенсомоторных реакций, психологических показателей, уровня работоспособности. Для определения мануальной функциональной асимметрии специалистов определялся ИИА. Выявлено, что при одновременном выполнении простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) двумя руками у 39 % операторов латентный период (ЛП) ПЗМР левой руки меньше, чем правой (ведущая левая рука); у 28 % — меньше ЛП ПЗМР правой руки (ведущая правая рука) и у 33 % — ЛП не различались. При повторном обследовании в исходном состоянии у большинства специалистов эти отличия имели постоянный и однотипный характер. Несение дежурства приводило к значимому ($p < 0,05$) увеличению ЛП ПЗМР обеих рук в группе операторов с ведущей левой рукой; наименьший ЛП ПЗМР ведущей руки имели операторы с ведущей правой рукой ($p < 0,05$). Анализ величин психологических показателей операторов (методика САН, АСС) в исходном состоянии выявил, что операторы с ведущей правой рукой имели лучшие показатели самочувствия и настроения, более высокий уровень оценки своего состояния; у них был выражен интерес к работе, внимательность, они более спокойны и уверены в себе; обладали «низкой» реактивной тревожностью. После суточного дежурства статистически значимые различия между группами сохранились. Уровень работоспособности — оптимальный, сниженный или существенно сниженный — определялся по типу кривой вариационного распределения временных показателей ПЗМР. Выявлено, что в группе с ведущей правой рукой оптимальная работоспособность наблюдалась у 96 % операторов, сниженная — в 4 % случаев, в то время как в других группах — в 76 % и 24 % соответственно. Таким образом, выявлены взаимосвязи мануальной функциональной асимметрии

и функционального состояния операторов, личностных особенностей и эффективности профессиональной деятельности. Определение ИИА позволяет прогнозировать успешность выполнения операторской деятельности в условиях суточного дежурства.

НЕЙРОИММУНОМОДУЛИРУЮЩАЯ РОЛЬ ИНТЕРФЕРОНА $\alpha 2b$ В ГЛУТАМАТЕРГИЧЕСКОМ СИНАПСЕ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА ЛЯГУШКИ

Ирина В. Рыжова, Татьяна В. Тобиас

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

irenerzhova@mail.ru

В настоящее время не вызывает сомнения тот факт, что нервная и иммунная системы находятся в непрерывном взаимодействии. В нормальных условиях высвобождение медиаторов воспаления обычно представляет собой адаптивную и регулируемую реакцию мозга на иммунные сигналы. Когда иммунный вызов становится продолжительным и/или неконтролируемым, последующая воспалительная реакция приводит к неадаптивной синаптической пластичности и развитию патологии (цитокиновый шторм). Вестибулярный эпителий представляет собой высокоспециализированную структуру, медиаторная функция которой осуществляется при помощи глутаматергической, холинергической, допаминергической и опиоидной систем. Афферентный глутаматергический синапс вестибулярного аппарата крайне чувствителен к влиянию экзогенных и эндогенных факторов, в том числе активных молекул иммунной системы. Цель работы состояла в изучении влияния интерферона $\alpha 2b$ (ИФН $\alpha 2b$) на функцию глутаматергического синапса. Работа проведена на вестибулярных аппаратах лягушки *in vitro* при помощи отведения импульсной активности от ампулярного нерва, контактирующего с задним полукружным каналом в условиях внешней перфузии эпителия растворами ИФН $\alpha 2b$, глутамата (ГЛУ) и агонистов ионотропных глутаматных рецепторов AMPA и NMDA. ИФН $\alpha 2b$ увеличивал частоту фоновой активности афферентных волокон на 30 % при концентрации цитокина от 0,2–10 нг/мл. Дальнейшее увеличение концентрации ИФН $\alpha 2b$ (10–40 нг/мл) приводило к дополнительному росту фоновой активности. ИФН $\alpha 2b$ в зависимости от концентрации модулировал ответы на аппликацию ГЛУ, уменьшая

отношение максимальной частоты импульсной активности ответа к предшествующему измененному цитокином фону. Постсинаптическое влияние ИФН $\alpha 2b$ было доказано в условиях блока выделения ГЛУ из волосковой клетки в гипер-Mg⁺⁺ растворе при избирательном восстановлении активности постсинаптических глутаматных рецепторов. ИФН $\alpha 2b$ хотя визуально и модифицировал рисунок ответа на аппликацию NMDA, но не изменял значимо величину его ответа. ИФН $\alpha 2b$ также не изменял величину ответа AMPA на фоне кратковременной и длительной перфузии вестибулярного эпителия раствором цитокина, но значимо увеличивал ответ, через 15 минут после прекращения всех воздействий. Вывод: ИФН может рассматриваться в качестве нейроиммуномодулятора в глутаматергическом синапсе вестибулярного эпителия.

БЕЛОК ПРЕДШЕСТВЕННИК АМИЛОИДА И КВАНТОВАЯ СЕКРЕЦИЯ НЕЙРОМЕДИАТОРА

Екатерина А. Сабурова¹, Игорь И. Кривой¹, Светлана В. Саранцева²

¹Санкт-Петербургский государственный университет

²Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

ekaterina.guseva87@mail.ru

Белок предшественник амилоида (Amyloid precursor protein, APP), обнаружен в большинстве животных клеток и первоначально активно изучался β -амилоид, продукт его протеолитического процессинга, как ключевой в патогенезе болезни Альцгеймера. Однако последующие более детальные и глубокие исследования значительно расширили представления о функциональном спектре APP и показали его участие в важнейших физиологических процессах нейрональной пластичности: пролиферация и синаптогенез, клеточная адгезия, квантовая секреция нейромедиатора, когнитивные процессы и процессы памяти. Нервно-мышечный синапс является традиционной моделью изучения механизмов нейрональной пластичности. Удобным объектом исследования функциональной роли APP является *Drosophila melanogaster*, у которой выявлен близкородственный APP-подобный белок App1, в связи с чем экспрессируемый ген APP не воспринимается как чужеродный. Наше исследование было проведено на

нервно-мышечном соединении личинки *Drosophila melanogaster*. В условиях гиперэкспрессии гена APP человека наблюдалось снижение частоты спонтанной квантовой секреции медиатора без нарушения амплитудно-временных параметров постсинаптических ответов. Этот эффект сопровождался снижением числа активных зон в индивидуальных синаптических бутонах и плотности распределения активных зон на единицу площади. Однако, поскольку наблюдалось увеличение длины и числа ветвлений нервных окончаний, а также общего количества бутонов в нервно-мышечном соединении, общее количество активных зон в нервном окончании не изменялось. Следовательно, вызванное гиперэкспрессией APP снижение частоты спонтанной квантовой секреции не обусловлено изменением числа активных зон. Учитывая взаимодействие пресинаптически локализованного APP с рядом белков молекулярной машины экзоцитоза, APP предположительно влияет на кальций-зависимые этапы экзоцитоза синаптических везикул, определяющие вероятностные характеристики этого процесса. Поскольку моно-экспоненциальный характер распределения межимпульсных интервалов одноквантовых ответов в соответствии с моделью Пуассона сохранялся, гиперэкспрессия гена APP человека не нарушала случайной природы квантовой секреции медиатора. Аналогичные изменения наблюдались при одновременной экспрессии генов APP и β -секретазы человека. При прямой экспрессии β -амилоида анализируемые параметры не отличались от контрольных, что указывает на специфичность наблюдаемых эффектов для APP.

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ МИНДАЛЕВИДНОГО КОМПЛЕКСА НА ФОРМИРОВАНИЕ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КРЫС ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА

Елизавета А. Самсонова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева

liza_sams@mail.ru

Влияние структур миндалевидного комплекса на формирование зависимостей, в частности алкогольной, представляет собой важную область исследований в нейробиологии. Миндалевидный комплекс играет ключевую роль в регуляции эмоций, тревожности и стресса, что делает его изучение актуальным для понимания механизмов формирования зави-

симостей. Целью данной работы является оценка влияния разрушения базолатерального ядра на поведение крыс при алкоголизации. В эксперименте участвовали 6 самцов крыс (3 месяца). Части животных провели амигдалэктомию под эфирным наркозом с последующим 12-дневным восстановлением. Все особи прошли 3-недельный курс полунасиленной алкоголизации 5% этанолом. Для оценки уровня тревожности и поведения крыс использовались: крестообразный лабиринт и тёмно-светлая камера. Животные с разрушенным базолатеральным ядром показали значительное снижение тревожного поведения по сравнению с контрольной группой. В тесте крестообразного лабиринта это проявилось в увеличении времени пребывания в открытых рукавах на 75% и учащении выходов в опасные зоны более чем в два раза. Аналогичные изменения наблюдались и в тесте «тёмно-светлая камера», где оперированные крысы проводили на 53% больше времени в освещённом отсеке. Особый интерес представляют результаты, касающиеся взаимосвязи между амигдалэктомией и алкогольной зависимостью. Контрольные особи, подвергшиеся алкоголизации, демонстрировали типичную картину тревожного поведения с выраженным избеганием открытых пространств и сниженной исследовательской активностью. В то же время у крыс с разрушенным ядром, несмотря на алкоголизацию, сохранялся низкий уровень тревожности. Разрушение базолатерального ядра миндалевидного комплекса привело к значительному снижению тревожного поведения у крыс, что проявлялось в увеличении исследовательской активности даже после алкоголизации. Эти результаты демонстрируют, что ядро является нейрональным субстратом для развития алкоголь-индуцированной тревожности. Полученные результаты создают научную основу для разработки инновационных подходов к терапии алкоголизма и профилактики рецидивов.

ПОВЕДЕНЧЕСКАЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИЯ КАК ВАЖНЫЙ ЭТАП ИССЛЕДОВАНИЙ НА КРЫСАХ

Дмитрий Г. Семенов, Александр В. Беляков

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

dsem50@rambler.ru

Концепция персонализированной медицины требует соответствующей коррекции протоколов доклинических исследований. Поведенческое тестирование групп крыс обычно практикует усреднение измеряемых пара-

метров с выбраковкой «выпадающих» данных. Некоторые из них связаны с особенностями протокола тестирования и могут быть нивелированы путем его совершенствования и стандартизации. Но более существенная причина вариабельности усматривается в проявлении индивидуальных поведенческих фенотипов, зависящих от паттерна активности генных ансамблей. Учет этого фактора позволяет не упустить из вида ценные данные о влиянии индивидуального фенотипа на результат исследуемых воздействий. Крысы Wistar с их широкой поведенческой вариабельностью удобный объект для выявления вариантов поведенческих стереотипов и соответствующей кластеризации данных. Адекватным подходом к выявлению устойчивых отклонений выступает применение батареи простых претестов, облегчающих трактовку вариабельности результатов основного теста. В частности, при выявлении когнитивных потенциалов крыс Wistar в Лабиринте Барнса (ЛБ) мы применили вспомогательные тесты: Акустический стартл-рефлекс (АСР) [1], Открытое поле и Темно-светлая камера. Выделены две группы с контрастными устойчивыми различиями возбудимости, тревожности, двигательной и исследовательской активности, что коррелировало с различиями в показателях обучения/переучивания, рабочей памяти и поисковой тактики в ЛБ. В качестве моделей, раскрывающих генотипическую основу вариативности, могут быть использованы крысы, селектированные по контрастной реактивности на те или иные внешние стимулы. Описаны когорты, контрастные по импульсивности [2], восприятию новизны [3] и др. Нами был исследован АСР у двух линий крыс, селектированных в нашем институте из популяции Wistar по порогу реактивности на раздражение n. tibialis [4]. Показаны существенные отличия этих групп по выраженности АСР, указывающие на различия в активности мезэнцефалических и корковых структур, регулирующих сенсомоторные функции. Мы рекомендуем предложенный набор поведенческих претестов для фенотипической персонализации контрольных животных и использование инбредных линий для углубленной трактовки вариабельности результатов экспериментальных воздействий.

[1] Semenov D. G. et al. J. Evol. Biochem. Physiol. 2024

[2] Fernández-Teruel A. et al. Person. Neurosci. 2023

[3] Clinton S. M. et al. Neuroscientist. 2022

[4] Вайдо А. И. и др. Лаб. животн. научн. исслед. 2018

РОЛЬ ДОМИНАНТЫ В СУЩЕСТВОВАНИИ МЫШЕЧНОГО ПАНЦИРЯ

Мария П. Семкова

Удмуртский государственный университет

mari_sem76@mail.ru

Мышечный панцирь (МП) — стабильная безболезненная конфигурация хронических мышечных напряжений, связанная с конфликтами эдипальной и доэдипальной фаз развития [1]. Биологическим коррелятом его является совокупность триггерных точек, болезненных и безболезненных. Можно предположить, что МП управляется либо по принципу доминанты в представлениях Ухтомского [2], и тогда его проявления можно корректировать путем создания конкурирующей доминанты в процессе создания символических репрезентаций собственного тела и ранних объектных отношений, либо очаг, управляющий существованием МП, и прочие очаги возбуждений соотносятся между собою как доминанта и очаги субдоминантного возбуждения в концепции Виноградова [3]. Была исследована динамика состояния ГТ до и после создания символических репрезентаций собственного тела и ранних объектных отношений до и после выполнения символдраматического упражнения «Цветок», а также анализ динамики показателей турн-амплитудного анализа с мышц шеи во время этого упражнения. В результате двух процедур дискриминантного анализа было выявлено, что в поддержании МП участвуют три двигательных реакции. Изначально доминантой является поддержание привычной нефизиологической позы с переразгибанием шеи и небольшим наклоном головы влево. Она реализуется в основном на рубро-спинальном уровне организации движения А по Н. А. Бернштейну [4]. Вторая доминанта создается путем создания символических репрезентаций собственного тела и ранних объектных отношений в символдраматической визуализации цветка, которая реализуется на гипотетическом смысловом уровне организации движения [4]. Дополнительной реакцией, связанной с изменением позного тонуса, является реакция фризинга, реализуемая системой «миндалины — околосеротониновое серое вещество», поддерживающая существование привычной нефизиологической позы. Как правило, поддержание привычной нефизиологической позы сохраняется и после эксперимента, и реакция фризинга, усиливаясь, его поддерживает. Привычная нефизиологическая поза не имеет психологической значимости.

[1] Лоуэн А. Корвет. 2018

[2] Ухтомский А. А. Питер. 2002

[3] Иванова О. В. Доминанта А. А. Ухтомского и субдоминанта М. И. Виноградова. 2014

[4] Бернштейн Н. А. Институт практической психологии. 1997

ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ СОВМЕЩЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Иван Б. Сиваченко, Ольга А. Любашина

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

avans_d@mail.ru

Работа операторов сложных видов деятельности требует умения объединять выполнение различных психических функций (внимание, память, мышление, моторику и т. д.) в целостную деятельность, в ходе которой происходит практически одновременное осуществление когнитивных и двигательных действий. Организационно управление объединением первичных психических функций происходит за счёт «интегративных психических процессов». Этот вид процессов наиболее ярко проявляется, прежде всего, в совмещенной деятельности, где требуется распределение психических функций. Благодаря интегративным процессам человек способен совмещать выполнение нескольких задач практически в одно и то же время, регулируя в процессе деятельности передачу ведущей роли от одних психических функций к другим. Таким образом, успешность выполнения совмещенной деятельности в значительной мере зависит от степени развития у индивида интегративных процессов психики. Для диагностики способности к совмещенной деятельности и, следовательно, уровня развития интегративных процессов необходима специальная методика, которая могла бы воспроизводить процесс объединения различных первичных функций в целостную деятельность. На основе компьютерных систем ранее были разработаны психодиагностические методики, моделирующие когнитивную деятельность индивида в условиях воздействия специфических ситуационных стрессоров, такие как «Сигнал», «РПЭС», «Детекция изменений» [1]. Все три методики оказались в достаточной мере информативными и валидными инструментами психологической диагностики и прогнозирования риска аутоагрессивного и аддиктивного поведения. Помимо этого, в отечественной практике хорошо зарекомен-

довала себя методика «Адаптивная модель операторской деятельности», которая основана на одновременном выполнении когнитивных и моторных заданий и позволяет дать оценку интегративным процессам совмещенной деятельности операторов [2]. В качестве недостатков представленных методик можно выделить продолжительность тестов — более 5 мин, что не позволяет использовать их в ряде задач скрининга. А ввиду специфичности формата реализации также отсутствует потенциал масштабирования, в том числе на другие сферы профессиональной деятельности. Учитывая это, была проведена оценка других отечественных методик оценки интегративных процессов совмещенной деятельности.

[1] Зотов М. В. и др. Вестник СПбГУ. 2011.

[2] Городецкий И. Г. и др. Психологические исследования. 2012

Исследование произведено при поддержке:

1. «ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН, с использованием материально-технической базы компании ООО «Таулаб»», грант 1021062411784-3-3.1.8

РОЛЬ Na/K-АТФАЗЫ В РЕГУЛЯЦИИ УРОВНЯ КАЛЬЦИЯ В МИОПЛАЗМЕ И ИЗМЕНЕНИИ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ M. SOLEUS КРЫС ПРИ 3-СУТОЧНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКЕ

Дарья А. Сидоренко, Кристина А. Шарло, Сергей А. Тыганов, Глеб В. Галкин, Ксения А. Зарипова, Татьяна Л. Немировская

Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

darya.si.00@mail.ru

Позно-тоническая m. soleus в норме имеет высокую ЭМГ активность (11–14 ч в день). При функциональной разгрузке ЭМГ активность мышцы резко падает до нуля. Через 12–24 ч разгрузки ранее обнаружено снижение активности Na/K-АТФазы, деполяризация сарколеммы, что, гипотетически может вести к активации потенциал — зависимых кальциевых каналов. Ранее было также показано накопление кальция при разгрузке m. soleus, атрофия, снижение силы мышцы и её жёсткости. Мы предположили, что эти изменения обусловлены снижением активности Na/K-АТФазы,

которое может быть предотвращено с помощью инъекций оубаина. Оубаин — специфический лиганд Na/K-АТФазы, способный её активировать в наномолярном диапазоне концентраций. Ранее было показано, что инъекции оубаина в низких дозах (1 мкг/кг) предотвращают вызванную функциональной разгрузкой деполяризацию сарколеммы m. soleus крысы. Целью работы была проверка гипотезы, связывающей деполяризацию сарколеммы с накоплением ионов кальция и функциональными изменениями m. soleus при разгрузке. Для проверки гипотезы использовано 3 группы самцов крыс Wistar (180–200 г): С — виварный контроль; 3 HS — 3-суточная разгрузка с внутривентральным введением физиологического раствора; 3 HS+Ou — 3-суточная ежедневная предобработка оубаином и затем 3-суточная разгрузка с ежедневным внутривентральным введением оубаина (1 мкг/кг). После эксперимента в изолированных m. soleus оценивали силу и жесткость, уровень кальция в миоплазме, атрофию мышечных волокон и уровень цитоскелетных белков. 3-суточная разгрузка (группа HS) приводила к росту уровня кальция в миоплазме, снижению жёсткости и удельной максимальной силы, наблюдалась атрофия как быстрых, так и медленных мышечных волокон (МВ). В группе 3 HS+Ou введение оубаина предотвращало рост содержания миоплазматического кальция, снижение жёсткости, удельной максимальной силы и снижение содержания цитоскелетного белка десмина. Также наблюдалось частичное предотвращение снижения площади поперечного сечения мышечных волокон (ППС МВ) и трансформации волокон slow-to-fast после функциональной разгрузки. Вывод: введение оубаина предотвращает накопление миоплазматического кальция на фоне функциональной разгрузки, что сопровождается сохранением удельной жесткости и силы мышцы, ППС МВ, соотношения быстрых и медленных МВ и предотвращением разрушения цитоскелетного белка десмина.

НЕЙРОПОВЕДЕНЧЕСКИЕ И КОГНИТИВНЫЕ НАРУШЕНИЯ У КРЫС С ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СКЛОННОСТЬЮ К АБСАНС-ЭПИЛЕПСИИ: БИМЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ

Евгения Ю. Ситникова

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
eu.sitnikova@ihna.ru

В докладе будут представлены результаты исследований особенностей поведения и когнитивных функций у крыс инбредной линии WAG/Rij (*Wistar Albino Rats from Rijswijk*). Эти крысы являются валидной моделью абсанс-эпилепсии — формы неконвульсивной эпилепсии, ассоциированной с внезапными и кратковременными снижениями уровня сознания, известными как состояния «абсанса» [1]. Абсанс-эпилепсия встречается преимущественно у детей и подростков, и её клиническая картина может быть неявной, что затрудняет своевременную диагностику [2]. Патологической основой абсанс-эпилепсии являются нарушения в таламо-кортикальной системе головного мозга [3]. Эта система отвечает за передачу информации между таламусом и корой головного мозга, а также за регуляцию сознания, внимания, эмоций и памяти. В связи с этим, состояние клинического «абсанса», причиной которого служит патология функций таламо-кортикальной системы, может сопровождаться целым спектром когнитивных и психических расстройств [2]. Многочисленные исследования на взрослых крысах WAG/Rij со спонтанной абсанс-эпилепсией свидетельствуют о признаках ангедонии (снижении способности получать удовольствие) и когнитивном дефиците (нарушении познавательных функций) [4]. Однако эти данные являются спорными и, учитывая изменения в эмоциональной сфере при абсанс-эпилепсии, свидетельствуют о сложном характере нейрокогнитивных нарушений, ассоциированных с данным заболеванием. Для понимания механизма этих нарушений мы предлагаем придерживаться концепции «когнитивного таламуса» [4]. Согласно этой концепции, таламус играет ключевую роль в реализации когнитивных функций (внимание, память и исполнительные функции). Представленные результаты имеют биомедицинскую направленность и способствуют пониманию изменений высших нервных функций при патологии таламо-кортикальной системы, связанной с развитием абсанс-эпилепсии.

1. van Luijckelaeer, van Oijen. *Front Pharmacol* 2020
2. Crunelli et al. *Brain* 2020
3. Вольнова и др. *Медицинский Академический Журнал*. 2012
4. Sitnikova. *Biomedicines*. 2024

ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ ФИТНЕСОМ ПО МЕТОДУ КРУГОВОЙ ТРЕНИРОВКИ НА РЕПРОДУКТИВНЫЙ ПРОФИЛЬ ЖЕНЩИН 21–35 ЛЕТ

Лада Н. Смелышева¹, Георгий А. Кузнецов², Александр С. Братанов¹

¹Курганский государственный университет

²Национальный исследовательский университет ИТМО

vip.smelysheva@mail.ru

Силовые тренировки включены в глобальные рекомендации по упражнениям и являются основным компонентом для программ фитнеса. Данные тренировки полезны для увеличения силы и выносливости женщин, однако необходимо несколько исследовательских парадигм, чтобы лучше понять их влияние на организм женщин [1]. Репродуктивная система не принимает непосредственного участия в реализации стресс реакций, делегируя эти функции другим системам, однако половые гормоны участвуют в регуляции работы опорно-двигательного аппарата. Цель. Оценить влияние регулярных занятий фитнесом по методу круговой тренировки на репродуктивный профиль женщин 21–35 лет. В исследовании приняли участие 74 женщины в возрасте 21–35 лет, они были разделены на 2 группы: первую группу составили женщины, регулярно, занимающиеся фитнесом по методу круговой тренировки, вторую группу женщины, не занимающиеся в спортивном зале. Определение концентрации гормонов в сыворотке крови проводилось методом ИФА. Статистическая обработка полученных данных была проведена в программе Statistica 10. Уровень гонадотропинов, оценённый по фазам ОМЦ, различался в группах, оба гормона преобладали у женщин, регулярно занимающихся в спортивном зале, при этом для ФСГ сохранялась тенденция максимальных значений, а ЛГ был достоверно выше. Индекс ЛГ/ФСГ позволяет охарактеризовать состояние фаз ОМЦ, у женщин, не занимающихся в зале этот показатель составил 0,85, что говорит о тенденции к снижению секреторной активности в данной группе. У женщин, регулярно занимающихся фитнесом, отмечается достоверно более низкий уровень прогестерона и тенденция к повышению эстрадиола. Эстрадиол и прогестерон могут влиять на долгосрочную адаптацию и кратковременную реактивность на физические нагрузки. Заключение. Репродуктивный профиль женщин 21–35 лет, регулярно занимающихся в спортивном зале по методу КТ, имеет различия по сравнению с женщинами, не занимающимися фитнесом. Содержание гонадотропинов и индекс ЛГ/ФСГ говорит о гармоничности фаз ОМЦ,

уровень половых гормонов и индекс Э/П о более высоком адаптивном потенциале и функциональной активности репродуктивной системы.

1. Mikkonen et al. Sports Med. 2024

КОГНИТИВНЫЕ И ДРУГИЕ ПСИХИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИЕЙ ДЮШЕННА — МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯЦИИ

Мария Г. Соколова^{1,2}, Юрий И. Поляков^{3,4,5}, Анна П. Абрамова³

¹Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова

²ФГБОУ ВО РГПУ им. А. И. Герцена, РГПУ им. А. И. Герцена, Герценовский университет

³Институт Физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

⁴Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова

⁵Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова

sokolova.m08@mail.ru

Цель исследования. Оценить вклад молекулярных и генетических факторов в развитии когнитивных и психических расстройств у детей и подростков с диагнозом мышечной дистрофии Дюшенна. Было обследовано 24 больных МДД, мужского пола в возрасте с 5 до 22 лет. Проводилось нейропсихологическое, молекулярно-генетическое, лабораторное исследование. Определение уровня ФРГМ проводили иммуноферментным методом в образцах сыворотки крови. Пороговые величины определения ФРГМ-20 пг/мл. Статистический анализ — пакет STATISTICA 8.0. По данным молекулярно-генетического анализа было выявлено, что 8 больных МДД имеют мутацию в проксимальном отделе гена МДД X-хромосомы (с 1 по 40 экзон), 16 больных в дистальном отделе гена МДД X-хромосомы (с 41 по 79 экзон). По принципу расположения мутации в проксимальном и дистальном отделе гена МДД X-хромосомы больные МДД были разделены на две группы соответственно — I группа (n = 8) и II группа (n = 16). Нейропсихологическое исследование выявило в 33 % случаев выраженные когнитивные расстройства, в 19 % — умеренные нарушения когнитивной сферы. У больных II группы когнитивные нарушения имели более выраженный характер. Концентрация ФРГМ имеет статистически значимые различия в группах пациентов с наличием и отсутствием когнитивных расстройств (p < 0,001). Выводы. В развитие когнитивных и психических расстройств у подростков с МДД участвуют такие факторы, как снижение

концентрации нейротрофина ФРГМ и расположение мутации в гене белка дистрофина X-хромосомы в дистальном отделе.

ЭМОЦИОНАЛЬНО-ВОЛЕВЫЕ РАССТРОЙСТВА У ПАЦИЕНТОВ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА С ДИСФУНКЦИЕЙ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

Никита С. Сотников¹, Юрий И. Поляков¹, Мария Г. Соколова²

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова

nikita.sotnikov@rambler.ru

Введение. Твердые ткани зубов в силу своей функции подвергаются медленному, но постепенному истиранию. Это естественный физиологический процесс с годовой скоростью износа в 11 мкм. Достаточно часто естественное стирание зубов усугубляется заболеваниями, связанными с функцией верхнечелюстного сустава, психологическими расстройствами и стрессовыми ситуациями, что может приводить к повышенной стираемости эмали и дентина. Цель исследования. Оценить уровень корреляции повышенной стираемости зубов и состояния тревожности у пациентов молодого возраста на фоне дисфункции верхнечелюстного сустава. Материалы и методы. Обследованы 35 добровольцев в возрастном диапазоне от 24 до 35 лет. Проведено комплексное стоматологическое и нейропсихологическое обследование оценка уровня тревоги использовалась шкала Ч. Д. Spielberger в адаптации Ю. Л. Ханина (Spielberger C. D., 2010). Полученные результаты были обработаны с использованием программы Statistica и Microsoft Excel 2015. Результаты. Была выявлена повышенная стираемость зубов у 40 % обследуемых пациентов. Установлено, что высокий уровень личностной тревоги встречался у 52,7 % обследуемых. Отмечено, что у обследуемых женского пола выявлялся более высокий уровень ситуативной тревоги (40,9 %) в сравнении с мужчинами (9,0 %). Умеренная выраженность ситуативной тревожности встречалась у 50,5 % женщин и у 31,7 % испытуемых мужчин. Из 52,7 % пациентов с повышенной тревожностью у 85 % из них наблюдается стираемость зубов 2 степени. Вывод. Выявлена сильная корреляционная связь между повышенной стираемостью зубов и состоянием тревожности у пациентов молодого возраста на фоне

дисфункции верх-нечелюстного сустава ($r = 0,9271$; $p = 0,00000$).

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КРЕАТИВНОСТИ

Мария Г. Старченко

Российский государственный институт сценических искусств

magris27@gmail.com

Объективизация процессов, задействованных при реализации высших психических функций как в норме, так и в патологии, является важным и актуальным направлением в науке. В психологической традиции такая объективизация связана, в первую очередь, с использованием целого спектра валидизированных и стандартизированных на достаточно больших выборках психодиагностических методик (тестов), которые позволяют получить количественные показатели уровня развития исследуемой способности или навыка. В нейрофизиологии эти психодиагностические методики, в частично модифицированном виде, активно используются при исследовании мозгового обеспечения целого ряда высших когнитивных функций, в том числе, для объективизации такого сложного и многомерного конструкта, как творческое мышление или креативность. Использование современных концептов при исследовании нейрофизиологического субстрата креативности, таких как дивергентное мышление, отдаленные ассоциации и инсайт, и в меньшей степени, процессы художественного творчества, представляются перспективными в направлении объективизации мозговой организации творческого мышления в норме и у больных психиатрическими заболеваниями. Связано это с тем, что, во-первых, при использовании данных концептов мы имеем объективные количественные показатели, характеризующие успешность выполнения поставленных заданий, которые мы также можем интерпретировать и качественным образом, так как существуют критерии «здоровой» выборки, полученные на большой выборке, а во-вторых, в данных концептах присутствуют достаточно четко и повторяемо мозговые корреляты креативности, которые получены на здоровых испытуемых, а значит, не получение данных мозговых коррелятов может ставить вопрос и о своего рода психологическом здоровье индивида. Процесс подобной объективизации здоровья и патологии, тем более в сфере творческой деятельности, особенно важен, поскольку существует тенденция устанавливать взаимосвязь между креативностью и пси-

хопатологией, что делает очень важным выработку именно объективных критериев, как психологических, так и нейрофизиологических, которые позволяют различать «истинную» здоровую креативность и патологию.

ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ИЗОЛЯЦИОННОГО СТРЕССА НА ОБУЧЕНИЕ И ПАМЯТЬ В ЗАДАЧАХ С СОЦИАЛЬНЫМИ И НЕСОЦИАЛЬНЫМИ СТИМУЛАМИ У АУТБРЕДНЫХ КРЫС WISTAR И ГЕНЕТИЧЕСКИ БЛИЗКИХ ЛИНИЙ WKY И SHR

Михаил Ю. Степаничев, Ольга А. Недогреева, Диана И. Мамедова, Виктория О. Овчинникова, Наталия В. Гуляева

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
m_stepanichev@ihna.ru

Длительное пребывание в условиях изоляции оказывает существенное влияние на когнитивные функции человека и животных. Наиболее выражены нарушения высших функций мозга у представителей старшей возрастной группы. В работе были использованы самцы аутбредных крыс Wistar, а также полученных из них в результате отбора линий WKY с признаками депрессивно-подобного поведения и SHR, характеризующихся хронической спонтанной гипертензией. В возрасте 9–10 мес часть крыс помещали в индивидуальные клетки сроком на 14 нед, контрольных крыс содержали в стандартных клетках по 3–4 особи. После 12 нед изоляционного стресса (ИС) исследовали неассоциативное и ассоциативное обучение в тесте открытое поле (ТОП) и лабиринте Барнс (ЛБ) и социальное поведение крыс в 3 камерном тесте (ЗКТ). Неассоциативное обучение (габитуацию) оценивали в ТОП. Крысы Wistar демонстрировали как кратковременную, так и долговременную габитуацию, а ИС нарушал обе формы привыкания. У контрольных крыс линии WKY наблюдалась кратковременная габитуация, а долговременная была нарушена, в то время как у крыс SHR привыкание не развивалось совсем. ИС не оказывал влияния на привыкание у крыс WKY и SHR. Пространственное обучение в ЛБ наблюдалось у крыс всех генотипов и было слегка нарушено только у крыс SHR, перенесших ИС. При этом формирование долговременной памяти было нарушено у крыс WKY и SHR после ИС.

Поведенческие показатели когнитивной гибкости были выражены у контрольных крыс генотипов Wistar и WKY снижены у крыс SHR. ИС приводил к ухудшению этих показателей у крыс Wistar и WKY и не влиял на таковые у крыс SHR. Контрольные крысы Wistar предпочитали находиться в отсеке с незнакомой особью того же пола, по сравнению с пустым отсеком в ЗКТ, тогда как после ИС такого предпочтения не наблюдали. У крыс генотипов WKY и SHR не наблюдалось четкого предпочтения ни в контроле, ни после ИС. Ни в одной из исследованных групп не было выражено предпочтение знакомой особи по сравнению с незнакомой в ситуации выбора между ними в ЗКТ. Таким образом, у крыс SHR с хронической гипертензией нарушения когнитивных способностей были более выражены по сравнению с крысами Wistar и WKY. ИС ухудшал обучение и память у крыс Wistar и WKY и не оказывал дополнительного влияния на крыс SHR. ИС практически не повлиял на когнитивные функции, связанные с социальным взаимодействием.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 22-15-00132

САМООБУЧЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО РЕШАТЕЛЯ ЗАДАЧ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ САМООБУЧЕНИЯ МОЗГА

Михаил Ф. Степанов, Андрей М. Степанов, Ольга М. Степанова Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А. mfstepanov@mail.ru

Интеллектуальные системы призваны функционировать в изменяющихся условиях и неопределённости состояния, параметров, внешней среды, глобальной и текущих целей. Применительно к задачам управления наиболее корректное определение самоорганизации дано П. К. Анохиным [1]. Подход к самообучению нейросетевого решателя ИСАУ основан на превращении опыта в умения за счёт пополнения памяти структурами решения известных задач, представляющими собой совокупность элементов системы, взаимодействующих при решении задачи. Взаимосвязи между компонентами создаваемых в процессе самообучения структур могут быть установлены физически между биологическими нейронами мозга или в форме программы действий ИСАУ. Отличием умений является возможность их быстрого применения в стандартных ситуациях без необходимости использования медленных методов предварительного построения

плана действий, применяемых для решения новых задач. Нейросетевой решатель использует идентичные структуры представления задач и аксиом модели знаний, облегчая обобщение решений задач в знания. Шаги самообучения формируют элементы модели знаний вида возможный опыт, опыт, умение, используемые при повторном решении задач для создания аксиом с атрибутами решённой подзадачи соответствующего уровня представления знаний решателя задач ИСАУ. Эффективность подхода показана на примере решения модельной задачи с использованием самообучения планирующей подсистемы решателя задач ИСАУ. Иллюстративный пример заключается в рассмотрении процесса решения задачи, в которой могут быть выделены подзадачи, рассматриваемые как самостоятельные задачи. План решения выделенной подзадачи алгоритмом самоорганизации может быть сначала оформлен как опыт, а при возникновении аналогичной задачи представляется уже как умение. Тогда при планировании действий более общей задачи план решения подзадачи как умение будет трактоваться в качестве элементарного действия без необходимости затрат времени на планирование действий по его реализации. Например, задача 1: $\rightarrow \Phi 1, \Phi 2 \Rightarrow \Phi 3 \leftarrow O 1$ (решение — 12 операций) включает задачу 2: $\rightarrow \Phi 1, \Phi 2 \Rightarrow \Phi 4, \Phi 5 \leftarrow O 2$ (решение — 4 операции). Обобщив решение задачи 2 в умение Д21: $\rightarrow \Phi 1, \Phi 2 \Rightarrow \Phi 4, \Phi 5 \leftarrow O 2$, получим решение задачи 1 (9 операций) с учётом умения Д21 и 30 % экономией времени решения.

Алгоритм самообучения решателя задач ИСАУ, осуществляющий на основе накапливаемых опыта и умений коррекцию модели знаний может служить простейшей моделью самообучения мозга.

1. Анохин. Философские аспекты теории функциональной системы. 1978.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-21-00488

СПЕЦИФИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КОННЕКТИВНОСТИ ЭЭГ У ДОШКОЛЬНИКОВ ПОСЛЕ ИГРЫ В ЦИФРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Надежда В. Сутормина, Инна А. Калабина, Елена И. Николаева

Российский государственный педагогический университет им. А. И.

Герцена nadya.sutormina.92@mail.ru

Одна из горячо обсуждаемых проблем современного детства — использование детьми гаджетов и условия пребывания в цифровом пространстве

[1]. С психофизиологической точки зрения условием, свидетельствующим о положительном или отрицательном влиянии конкретной ситуации пребывания в цифровом пространстве, является изменение уровня функциональной коннективности на ЭЭГ. С теоретической позиции это рассматривается как качественное формирование тормозных процессов в мозге [2]. Запись ЭЭГ проводилась у 36 детей 5–7 лет до и после 5 мин игры в компьютерную игру «Том за золотом» на смартфоне. Исследование проводилось в состоянии покоя с закрытыми глазами. Запись ЭЭГ проводилась с использованием 61 электрода. На этапе препроцессинга артефакты удалялись вручную с помощью программы EEG LAB на базе Matlab. Частота дискретизации записи ЭЭГ составляет 256 Гц. Применялись низкочастотный и высокочастотный фильтры от 1 до 45 Гц соответственно, был проведен ре-референс данных. Затем был проведен анализ независимых компонент (ICA), компоненты, содержащие артефакты, удалялись. Дальнейшая обработка проводилась на базе языка программирования Python с использованием модулей MNE и networkX. Модуль networkX использовался для построения матрицы смежности коннективности в пространстве электродов. Для исследования использовался спектр альфа и бета активности. Замерялись такие глобальные показатели сети как модулярность, глобальная эффективность и ассортативность. Также дети выполняли методику на исследование тормозного контроля РеБОС [3]. Были обнаружены два кластера функциональной коннективности в альфа и бета диапазоне в пространстве электродов. Также был проведен анализ переменных, которые не вошли в кластеризацию. Согласно данным исследования, можно предположить, что более старший возраст родителя может быть связан с конфигурацией функциональной коннективности, которая в свою очередь связана с более успешным выполнением когнитивных задач, в том числе задач, связанных с тормозным контролем, таких как игра с препятствиями. Также можно предположить, что ограниченное время игры с использованием гаджета имеет благотворное влияние на когнитивное развитие ребенка.

1. Калабина и др. Science for Education Today. 2024.

2. Ухтомский. Питер.2002.

3. Вергунов и др. Мир науки, культуры, образования. 2009.

Исследование произведено при поддержке: «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена», грант ВГ-52

ВЛИЯНИЕ ПЕРМАНЕНТНОЙ ГИПЕРДОФАМИНЕРГИИ НА ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ У КРЫС

Илья М. Суханов, Артем А. Савченко, Алексей И. Борисов

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова

ilia.sukhanov@gmail.com

Нарушения целенаправленного поведения – трандиагностический феномен, сопровождающий множество различных нейропсихических расстройств. Несмотря на клиническую важность на сегодняшний день не существует одобренных фармакологических способов коррекции нарушений такого рода. Одной из причин сложившейся ситуации является то, что патофизиологические механизмы, в частности, нейромедиаторные, лежащие в основе дезорганизации целенаправленного поведения, остаются изученными недостаточно. Цель исследования – изучение особенностей паттернов целенаправленного поведения у крыс в фармакологических и генетических моделях гипердофаминергии. Исследование выполнено на половозрелых самцах крыс. В качестве генетической модели гипердофаминергии использовали крыс, нокаутных по гену дофаминового транспортёра (ДАТ), белка, контролирующего обратный захват данного медиатора из синаптической щели. Для создания фармакологических моделей гипердофаминергии использовали ряд веществ, ингибирующих ДАТ, ваноксерин, SE-123, фонтурацетам etc. Все эксперименты проводили в 10 оперантных камерах для крыс, оборудованных кормушкой и педалью. Крыс, массу которых придерживали на уровне примерно 85-90% от исходной, обучали реакции нажатия на педаль за получение пищевого подкрепления. Целенаправленное поведение животных оценивали в оперантном режиме «Возрастающее соотношение 3», при котором для получения каждого последующего подкрепления крысе было необходимо совершить на 3 оперантных реакции больше, чем для предыдущего. Для анализа использовали число подкреплений, полученных за 120-минутную сессию, а также локальную частоту оперантной реакции, то есть частоту нажатия на педаль для получения каждого из подкреплений. Показано, что в обычных условиях частота нажатия на педаль уменьшается по мере увеличения нагрузки. Выключение ДАТ у генетически модифицированных

крыс, а также действие высоких доз типичного ингибитора ДАТ приводит к существенной дезорганизации целенаправленного поведения у крыс: увеличение сложности задания сопровождается увеличением частоты нажатия на педаль. При этом введение атипичных ингибиторов ДАТ, ваноксерина, SE-123, приводит к увеличению частоты нажатия, но не сопровождается такого дезорганизацией паттернов ответа. Вероятно, обнаруженные различия между типичными и атипичными ингибиторами ДАТ определяются степенью увеличения уровня синаптического дофамина. Необходимы дальнейшие эксперименты, чтобы определить влияние других регулирующих белков дофаминовой нейротрансмиссии.

НЕЙРОНАЛЬНЫЕ И НЕЙРОХИМИЧЕСКИЕ ПЕРЕСТРОЙКИ В ЯДРАХ ШВА КРЫС, ЯВЛЯЮЩИЕСЯ СЛЕДСТВИЕМ ПЕРЕНЕСЕННОГО КИШЕЧНОГО ВОСПАЛЕНИЯ

Борис М. Сущкевич, Александр А. Михалкин, Лариса Н. Гринкевич, Ольга А. Любашина

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

bob-jn@mail.ru

Ведущим симптомом воспалительных заболеваний кишки является абдоминальная боль, которая способна сохраняться после разрешения воспаления. Её патогенез связывают с развитием кишечной гиперчувствительности вследствие нарушения процессов обработки и нисходящего контроля висцеральных болевых сигналов в системе кишка – головной мозг – кишка. Одной из причин считают дисфункцию серотонинергических структур головного мозга, контролирующих болевую чувствительность, в частности, большого (БЯШ) и дорсального (ДЯШ) ядер шва, активность которых регулируется 5-НТ1А рецепторами (5-НТ1А-R). Однако конкретные изменения, происходящие при кишечной патологии в БЯШ и ДЯШ как болевых центрах, а также вклад в эти процессы 5-НТ1А-R до сих пор остаются неясными. Целью исследования являлось изучение эффектов кишечного воспаления на импульсную и 5-НТ1А-R-зависимую нейрохимическую активность ноцицептивных нейронов БЯШ и ДЯШ. Работа выполнена на анестезированных (уретан и альфа-хлоралоза, в/б) самцах крыс Вистар. В БЯШ и ДЯШ здоровых животных и крыс, перенесших колит, вызванный пикрилсульфониевой кислотой, производилась регистрация ответов нейронов на висцеральный (колоректальное растяжение, КРР) и соматический (сдавливание хвоста, СХ) болевые стимулы, определение экспрессии 5-НТ1А-R методом вестерн-блотта, а также иммуногистохимическое

выявление экспрессии c-fos в серотонин (5-HT)- и ГАМК (GAD67)-синтезирующих нейронах после КРР без и при в/м введении 5-HT1A-R агониста (буспирон; 4 мг/кг) или антагониста (WAY100635; 1,25 мг/кг). В БЯШ и ДЯШ крыс обнаружены возбуждающиеся и тормозящиеся в ответ на КРР и/или СХ нейроны. В БЯШ постколлитных крыс в сравнении со здоровыми отмечено увеличение доли тормозящихся нейронов и более выраженное подавление их импульсации при КРР. Также БЯШ после колита характеризовалось уменьшением экспрессии в нем 5-HT1A-R, а также сокращением числа КРР-реактивных 5HT- и ГАМКергических клеток, которое усугублялось при фармакологической активации 5-HT1A-R и уменьшалось при их блокаде. В ДЯШ постколлитных крыс, напротив, увеличились доля возбуждающихся нейронов и их ответы на КРР и СХ. При этом усиление экспрессии 5-HT1A-R в ядре сопровождалось нарастанием КРР-вызванной активации его серотониновых нейронов и дефицитом локальных ГАМКергических процессов, усиливаемых буспироном и устраняемых WAY100635. Выявленные 5-HT1A-зависимые изменения могут способствовать ослаблению вклада БЯШ в эндогенную анальгезию и усилению ноцицептивных влияний ДЯШ на вышележащие структуры.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 23-25-00151

ИССЛЕДОВАНИЕ МОТИВАЦИИ ПРИБЛИЖЕНИЯ И ИЗБЕГАНИЯ У ПОДРОСТКОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧИ «GO/NOGO». АНАЛИЗ СВЯЗАННЫХ С СОБЫТИЕМ ПОТЕНЦИАЛОВ

Илья В. Талалай^{1,2}, Регина И. Мачинская^{1,2}

¹Институт развития, здоровья и адаптации ребенка, Россия

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ, Россия

etalalay.et@gmail.com

Мозговые системы эмоционально-мотивационной регуляции претерпевают существенные изменения в подростковом возрасте [1]. Мы предполагаем, что эти изменения отражаются в специфике мозговой организации когнитивных процессов в зависимости от условий мотивации к деятельности, в частности, в зависимости от мотивации приближения или избегания [2]. Чтобы проверить данное предположение мы разработали экспериментальную модель на основе задачи «Go/NoGo», которая включала три экспериментальных условия: (1) отсутствие мотивации, (2) мотивация избегания

и (3) мотивация приближения. В исследовании с использованием данной модели участвовали 20 подростков (11 девушек) в возрасте $13,32 \pm 0,63$ лет. В настоящей работе представлены результаты исследования процессов избирательного торможения реакции на редкие релевантные сигналы (NoGo — условие): подростков просили игнорировать редкий зрительный NoGo — стимул (графемы «АХ»), нажимая при этом кнопку ответного устройства при предъявлении двух других частых стимулов («АК» и «ОС»). В сессии с мотивацией приближения призовые баллы присуждались за правильные ответы, а в сессии с мотивацией избегания штрафные баллы вычитались при неправильных ответах из стандартного количества, которое сообщалось испытуемым в начале сессии. Испытуемые, которые в итоге заработали больше всех баллов, награждались призом. В сессии без специфической мотивации баллы не присуждались и не вычитались. ЭЭГ регистрировали от 128 датчиков многоканальной системы GES 300 в полосе частот 0.5–70 Гц с частотой оцифровки 250 Гц. Электрическая активность в ответ на NoGo — стимул оценивалась в каждом датчике, а затем преобразовывалась в ССП в 16 псевдо — отведениях, соответствующих отведениям схемы 10–20. Анализ амплитуды ССП показал, что в псевдо — отведении Pz позитивность компонентов с латентностью 220 мс и 308 мс была значимо выше при мотивации приближения, чем при отсутствии мотивации. Наблюдаемые различия могут быть связаны с дополнительной активацией мозговых механизмов поддержания внимания к редким стимулам [3], их распознавания и классификации [4], и подавления импульсивных реакций на NoGo — стимулы [5].

1. Мачинская и др. МПСУ. 2023.
2. Созинов и др. *Вопр. психологии*. 2015.
3. Samima et al. *Cham: Springer*. 2017
4. Garcia-Larrea et al. *Neuropsychologia*. 1992.
5. Bokura et al. *Clinical Neurophysiology*. 2001.

NATURE VS NURTURE: МЕХАНИЗМЫ РАННЕГО ОБУЧЕНИЯ У ЦЫПЛЯТ

Анна А. Тиунова

Институт перспективных исследований мозга, Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

TiunovaAA@my.msu.ru

Вопрос соотношения врожденных и приобретенных форм поведения относится к фундаментальным проблемам не только нейронауки, но и социологии, психологии, философии и других областей знания. В раннем онтогенезе процессы взаимодействия и взаимовлияния врожденного поведения и индивидуального опыта протекают особенно интенсивно, формируя основу адаптивного поведения как в текущем периоде, так и в последующей жизни организма. Исследования на зрелорождающихся организмах предоставляют возможность диссоциировать врожденные и выученные формы поведения. Так, цыплята (*Gallus gallus domesticus*) уже с первых часов жизни способны к активному поведению и обучению. Инкубация в контролируемых условиях и использование моделей раннего обучения позволяют исследовать механизмы приобретения пре- и постнатального опыта, модифицирующего врожденные функциональные системы. В докладе будут рассмотрены данные, полученные на двух формах раннего обучения: формирование привязанности и формирование пищевой аверсии. Обе формы поведения включают врожденные компоненты, на основе которых происходит обучение. При формировании привязанности врожденное предпочтение модифицируется как вследствие созревания нервной системы, так и благодаря неспецифическим внешним воздействиям (прайминг) и специфической сенсорной стимуляции (импринтинг), причем эти процессы могут иметь различающиеся нервные субстраты и механизмы. Суммарное взаимодействие этих процессов в чувствительном периоде онтогенеза приводит к формированию долговременной памяти, критически важной для выживания и социальной адаптации животного. Формирование пищевой аверсии может происходить в результате однократного обучения. Модели такого обучения основаны на врожденной склонности цыплят клевать потенциально съедобные объекты, запоминать их характеристики и модифицировать направленное на них поведение. Две сходных модели раннего обучения (пассивное избегание и условная аверсия) используют один и тот же условный

стимул, но разное отрицательное подкрепление (немедленное вкусовое или отставленное метаболическое). Нервные механизмы, лежащие в основе этих форм обучения, различаются, и, таким образом, врожденное поведение модифицируется разными способами, приводящими к одинаковому результату. В целом, модели обучения новорожденных цыплят дают возможность исследовать ранние воздействия индивидуального опыта на врожденные системы поведения и анализировать их механизмы.

ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ ПИЩЕДОБЫВАТЕЛЬНОЙ ДОМИНАНТЫ В НЕЛИНЕЙНОМ ЛАБИРИНТЕ С ПЕРЕМЕННОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

Вера В. Толченникова^{1,2}

¹Российский университет дружбы народов

²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

dulsin@mail.ru

Пространственная структура экспериментальной среды является системообразующим фактором, определяя разнообразие форм поведения, которые субъект может продемонстрировать. Для оценки некоторых аспектов высших психических функций может оказаться продуктивным использование сред со сложными топологическими структурами. Одним из таких сложных сред является лабиринт Никольской [1]. Большое количество альтернативных переходов, нелинейность, цикличность задачи позволяют растянуть познавательный процесс во времени и наблюдать отдельные его стадии, дифференцированно оценивать информационный и мотивационный компонент обучения. В рамках системно-информационного подхода на животных моделях удалось выявить эффекты изменения структуры пространства на начальных этапах обучения: мыши с поврежденным гиппокампом повышали эффективность пищевого поведения до уровня интактного контроля в тесте с перегородкой [2]. Системно-информационный подход адаптируется нами для исследования познавательных способностей человека в условиях виртуальной реальности [3]. Этапы обучения в многоальтернативном лабиринте К.А.Никольской хорошо описываются в терминах доминанты А.А.Ухтомского. Так, по мере распознавания проблемной ситуации происходит смена оборонительной доминанты на исследовательскую.

Сформированная пищедобывательная доминанта обладает рядом характерных свойств: инертность, устойчивость, способность суммировать возбуждение, захват конечного пути, что подтверждается в тестах на устойчивость и пластичность сформированного навыка.

[1] Никольская К. А. Системно-информационные аспекты познавательной деятельности позвоночных: Диссертация на соискание ученой степени / Кафедра высшей нервной деятельности; МГУ им. М. В. Ломоносова. 2010

[2] Толченникова В. В. Психофизиологические и нейроэндокринные эффекты гиппокамэктомии у мышей F1 (C57BL/6 X DBA/2): Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Кафедра высшей нервной деятельности; МГУ им. М. В. Ломоносова. 2018.

[3] Manukyan Piruza, Romanova Elizaveta, Latanov Alexander, Shlepnev Pavel, Sharapkova Anastasia, Garabova Naida, Kasatkin Vladimir, Tolchennikova Vera Challenges and insights of transferring animal maze studies principles to human spatial learning research // Scientific reports. 2025

ЛИЧНОСТНЫЕ ФАКТОРЫ И ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННОЕ ПОВЕДЕНИЕ: РОЛЬ ЛОКУСА КОНТРОЛЯ

Чолпон С. Усупова¹, Сымбат А. Шакирова²

¹Кыргызская государственная медицинская академия имени И. Ахунбаева, Кыргызстан

²Кыргызский национальный университет имени Ж. Баласагына, Кыргызстан

aasyrkulova@bk.ru

Данная работа посвящена проблемам целенаправленного поведения. Цель: рассмотреть роль локуса контроля как личностного фактора, влияющего на целенаправленное поведение. Были использованы общенаучные методы анализа и синтеза существующей литературы. Анализ психологических аспектов локуса контроля показал, что степень изученности в российской, европейской и американской психологии достаточна высока. Однако проблемы, связанные с концепцией локуса контроля, перешли с чисто теоретических исследований в область клинической психологии и медико-биологических исследований. Последние достижения нейрофизиологии и когнитивной психологии подтверждают влияние локуса контроля на психо-эмоциональную регуляцию человека. Исследования,

проведённые в России и странах СНГ определили, что существует прямая корреляция людей с интернальным и экстернальным локусом контроля, по поведению и «достижимостью». Например: «Бережнова Е. В., Карданова Е. Ю. выявили «взаимосвязь локуса контроля с профессиональным выгоранием и стрессоустойчивостью у специалистов экстремального профиля» [1]. Васильева Е. А. «высокий уровень эмоционального интеллекта и интернальный локус контроля способствуют социальной адаптации сотрудников» [2]. Ерохина И. В., Андреева С. Е., что «жизнеспособность студентов вуза напрямую связана с интернальностью как личностной установкой» [3]. Заключение: Локус контроля — это личностный предикат целенаправленного поведения. Данный феномен оперирует на психофизиологическом уровне когнитивные, эмоциональные механизмы. Нейрофизиологи раскрывая нейронные механизмы работы локуса контроля, возможно помогут решить проблемы связанные с различными расстройствами личности.

1. Бережнова и др. Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире. 2023

СТРУКТУРНАЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ДИНАМИКА НЕЙРОСЕТЕВЫХ АРХИТЕКТУР В КОГНИТИВНЫХ ПРОЦЕССАХ

Вадим Л. Ушаков

Институт перспективных исследований мозга МГУ имени М.В. Ломоносова

Учение Алексея Алексеевича Ухтомского о доминанте является важной вехой в развитии подходов к решению проблемы «мозг-разум-сознание». Основные положения теории о доминанте А.А. Ухтомского были предпосылкой для создания целого направления отечественных теоретических и экспериментальных работ: теории функциональных систем П.К. Анохина, системно-эволюционной теории В.Б. Швыркова, модели «поляризационной» доминанты В.С. Русинова, теории информационного синтеза А.М. Иваницкого, теории системной динамической локализации высших психических функций А.Р. Лурии, теории уровней построения движений Н.А. Бернштейна, концепции психонервной деятельности И. С. Бериташвили, концепции пространственно-временной организации потенциалов и системной деятельности головного мозга М.Н. Ливанова и других крупных

российских и советских ученых. Практически во всех теориях работа головного мозга рассматривается как динамичное пространственно-временное взаимодействие нейросетей, формирующих временные связи в реализации поведенческого акта и актуализации субъективного опыта. В описании связности и динамики такого рода нейросетевых взаимодействий может помочь разработанный в наших исследованиях метод функционально-однородных регионов (ФОР). Данный подход позволяет рассчитать сложность и модульность архитектур нейросетей головного мозга в когнитивных процессах и состоянии покоя. Для этих целей нами были разработаны алгоритмы топологического анализа графов структурного и функционального коннектома и было показано, что динамика изменений функциональных или структурных связей при формировании субъективного опыта имеет нелинейный характер. Кроме того, поведенческая программа в нейросетях формируется примерно за 7 секунд до начала поведенческого акта и активация сохраняется еще порядка 40 секунд после его окончания, что подразумевает параллельную работу функциональных систем в динамических процессах мозга. На динамику нейросетей головного мозга влияют как внешние, так и внутренние стимулы. Важную роль в таких перестройках играет вторая сигнальная система – язык. Наши исследования показывают, что нейросемантическое картирование смысла тестов имеет широкое распределение по структурам головного мозга, включающего кору, внутренние структуры, мозжечок. Это позволяет подтвердить гипотезу о возможности динамичных изменений в функциональных системах головного мозга при приобретении нового субъективного опыта, как в результате поведенческого обучения, так и через речевую коммуникацию/внутреннюю речь.

Исследование проведено при поддержке: грант Государственное задание МГУ имени М.В. Ломоносова

ВЗАИМОСВЯЗЬ УРОВНЯ СТРИАРНОГО ВНЕКЛЕТОЧНОГО ДОФАМИНА, ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА И ПОВЕДЕНИЯ У КРЫС, ЛИШЕННЫХ ДОФАМИНОВОГО ТРАНСПОРТЕРА, ПРИ СУТОЧНОМ МОНИТОРИНГЕ

Зоя С. Фесенко, Мария А. Птуха, Микаэль С. Мор, Евгения В. Ефимова, Анна Б. Вольнова

Институт Трансляционной Биомедицины СПбГУ z.fesenko@spbu.ru

Дофамин — классический нейротрансмиттер центральной нервной системы, участвующий в осуществлении моторной функции, функционировании памяти, формировании мотивации и эмоционального ответа. Особенностью животных, лишенных дофамина дофаминавого транспортера (DAT-KO), является хроническое гипердофаминергическое состояние. Детальное описание циркадных изменений у таких животных ранее не проводилось. Цель работы — оценка параметров поведения, электрической активности мозга, уровня стриарного внеклеточного дофамина на протяжении 24 ч у 7 DAT-KO крыс и 7 крыс дикого типа (WT). Полученные результаты синхронизировались в хронологическом порядке в течение суток для выявления взаимосвязи между исследуемыми параметрами.

Локальные потенциалы поля (LFP) были зарегистрированы с помощью электродов, имплантированных в моторную кору, префронтальную кору и стриатум. Концентрация стриарного внеклеточного дофамина определялась с помощью проведения процедуры микродиализа и метода высокоэффективной жидкостной хроматографии. На протяжении эксперимента велась видеорегистрация поведения. В обеих группах крыс поведенческая активность возрастала в ночное время, что сопровождалось снижением спектральной мощности в низкочастотном диапазоне спектра и возрастанием спектральной мощности высокочастотных колебаний. Данная закономерность оказалась более выражена у DAT-KO крыс. Перманентно высокий уровень дофамина в стриатуме у DAT-KO крыс сохранялся на протяжении всех 24 ч. Исследование циркадных изменений электрофизиологических параметров мозга и уровня стриарного дофамина способствует пониманию наблюдаемых значительных изменений в поведении гипердофаминергических животных в течение дня. Помимо этого, полученные данные дополняют представление о влиянии дофаминергической системы на циркадные изменения.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 25-75-51001

ОБОНЯНИЕ, ЗРЕНИЕ И СЛУХ МАЛЕНЬКОГО НОЧНОГО НАСЕКОМОГО

Андрей Н. Фролов¹, Марианна И. Жуковская², Анна В. Щеникова¹,
Инна В. Грушевая¹, Оксана Г. Селицкая¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений Российской академии сельскохозяйственных наук

²Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

cornborer@lenta.ru

Кукурузный мотылек *Ostrinia nubilalis* Hbn. — представитель ночных чешуекрылых, отличается разнообразием жизненных стратегий и тактик, обеспечивающих эффективное использование ресурсов окружающей среды [1]. Бабочки решают при этом две основные задачи — поиск кормового растения и брачного партнера в меняющихся условиях среды. Этот вид известен своей высокой вредоносностью широкому кругу культур, в первую очередь кукурузе. Несмотря на небольшие размеры, короткую жизнь имаго и преимущественно ночной образ жизни, это насекомое обладает сложными глазами с четырьмя спектральными типами фоторецепторов, развитым обонянием и слухом в ультразвуковом диапазоне. Управление поведением бабочек может обеспечить эффективный контроль его численности. В результате выполненных полевых и лабораторных опытов удалось выявить ключевые стимулы, привлекающие имаго в ловушки, химической и физической природы, а именно семиохемики растительного происхождения и ультрафиолетовое излучение [2]. У каждого из аттрактантов имеются свои преимущества и недостатки, что необходимо учитывать при организации мониторинга насекомого. А проведенные в 2024 г. работы позволили также обнаружить и количественно охарактеризовать воздействие искусственно модулируемых ультразвуковых сигналов, имитирующих охотничьи сигналы летучих мышей, на поведение и пространственное распределение имаго кукурузного мотылька.

1. Zhukovskaya et.al. Front. Ecol. Evol. 2022.

2. Zhukovskaya et.al. Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 2024.

Исследование произведено при поддержке: Министерство науки и образования, грант FGEU-2024-0001

РЕЧЕВОЕ РАЗВИТИЕ И КОММУНИКАТИВНЫЕ НАВЫКИ ДОШКОЛЬНИКОВ, ВОСПИТЫВАЮЩИХСЯ В ДЕТСКОМ ДОМЕ

Ольга В. Фролова, Елена Е. Ляксо

Санкт-Петербургский государственный университет

olchel@yandex.ru

Материнская и социальная депривация может приводить к нарушениям в когнитивном, речевом, эмоциональном развитии ребенка. В условиях детских домов воспитываются дети с различными диагнозами в том числе с интеллектуальными нарушениями (ИН) разной степени тяжести. Цель исследования — изучить особенности речевого развития и коммуникативных навыков у детей 5–7 лет с лёгкими ИН и смешанными специфическими расстройствами психологического развития (СР), воспитывающихся в детском доме. В исследовании приняли участие 55 детей из детского дома (с лёгкими ИН, СР и типичным развитием ТР) и 78 детей, воспитывающихся в условиях семьи (с СР и ТР) Проведена аудио запись речи и видео запись поведения детей в ситуациях взаимодействия ребенка с взрослым (диалог) и сверстниками (спонтанное взаимодействие). Осуществлён анализ текстов диалогов; проведены перцептивные эксперименты, направленные на определение возможности распознавания взрослыми значения слов детей, фонетический и спектрографический анализ речи детей, оценка экспертами коммуникативных навыков детей по видео и аудио записям, анализ мимической экспрессии. Показаны различия между группами детей по сложности реплик, используемых детьми в диалогах с взрослым и сверстником — наиболее простые реплики у детей с ИН и СР из детского дома; при взаимодействии со сверстниками все дети употребляют менее сложные реплики, чем в диалогах с взрослыми. Вероятность распознавания слов детей взрослыми максимальна в группе ТР из семей, минимальна — в группе детей с ИН. Речь детей с ИН и СР, воспитывающихся в детском доме, характеризуется высокими значениями длительности и частоты основного тона (ЧОТ) ударных гласных; значения ЧОТ в речи детей повышаются при взаимодействии со сверстниками по сравнению с диалогом с взрослым. Дети из детского дома с СР и ИН реже, чем ТР дети, отвечают на вопросы взрослого, дети с ИН — чаще произносят реплики спонтанно. В ситуации взаимодействия со сверстниками группа, к которой относится ребенок, связана с показателями: успешность коммуникации, привлечение внимания собеседника, использование слов, указательных, иллюстративных жестов, проявление положительных эмоций (минимальны в группе

ИН). Таким образом, в исследовании выявлены характеристики речевого развития, вербальной и невербальной коммуникации, которые значимо различаются у детей с разными диагнозами, воспитывающихся в детском доме и семьях.

Исследование произведено при поддержке:

1. «РНФ», грант 22-45-02007
2. «РФФИ», грант 18-013-01133

СВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЦЕРВИКАЛЬНЫХ ВЕСТИБУЛЯРНЫХ МИОГЕННЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ С НАРУШЕНИЯМИ РЕЧЕВОГО РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ

Виктория Л. Ефимова, Антонина Л. Хаснутдинова, Елена А. Тимофеева

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена»

Влияние состояния вестибулярной системы на слуховое восприятие, в частности восприятие речи, изучено недостаточно. Между тем, анатомически и функционально слуховая и вестибулярная системы тесно связаны [3]. Растущее количество исследований показывает влияние функционального состояния вестибулярного анализатора на когнитивные функции детей и взрослых [4]. Для изучения особенностей восприятия речи интерес может представлять саккулус, который в процессе эволюции сохранил способность регистрировать звуки определенных частотных характеристик. Цель данного исследования изучить связи между нарушениями речи и особенностями вестибулярной функции у детей. Способность саккулуса реагировать на звуки в диапазоне от 100 до 1000 Гц получила название «вестибулярный слух» [2]. В настоящем исследовании для оценки особенностей вестибулярного слуха у детей с нарушениями речи и детей контрольной группы (без нарушений речи) использовались цервикальные вестибулярные миогенные вызванные потенциалы (цВМВП) [1]. Удалось установить, что увеличенные латентные периоды пика Р1 цВМВП у детей с нарушениями речи связаны с усреднением в речи гласных звуков. Низкочастотный диапазон, в котором кохлеарный слух пересекается с вестибулярным слухом, является важным для восприятия гласных

звуков. Нами получены данные о том, что у детей с нарушениями речи, несмотря на многолетние занятия с логопедом, сохраняется усреднение в речи гласных звуков [5]. Известно, что характеристики акустической информации, необходимой для точного восприятия и дифференции гласных звуков, кодируются на уровне ствола мозга. Функциональная недостаточность отделов вестибулярной системы, обеспечивающих вестибулярный слух, может затруднять формирование необходимой обратной связи и речевое развитие ребенка. Практическое применение полученных результатов заключается в том, что показана целесообразность использования цВМВП для раннего выявления детей с риском возникновения речевых нарушений, а также для оценки эффективности коррекционных мероприятий.

- [1] Ефимова В.Л., Н.О. Николаева, Е.А. Тимофеева // Психология и психотехника. – 2024. – № 3. – С. 127-138.
- [2] В. Л. Ефимова // Психология образования в поликультурном пространстве. – 2024. – № 2(66). – С. 25-34.
- [3] В.Л. Ефимова, Н.О. Николаева // Мир науки. Педагогика и психология. – 2024. – Т. 12, № 2. – С. 68.
- [4] В.Л. Ефимова, И.П. Волкова // Педиатр. – 2023. – Т. 14, № 6. – С. 71-78.
- [5] Ефимова В.Л., Николаева Е.И., Буйнов Л.Г./ Психология и психотехника. – 2023. – № 3. – С. 1-13.

ОЦЕНКА СОНЛИВОСТИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ЭФФЕКТИВНОМ ВЫПОЛНЕНИИ ПСИХОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ, РАСПОЛАГАЮЩИХ К ЗАСЫПАНИЮ (ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЕ).

Евгений А. Черемушкин, Надежда Е. Петренко

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
ivnd@mail.ru

В исследованиях дневного сна с использованием психомоторного теста выявлено 15 человек (из 83), которые не засыпали в течение всего опыта. Испытуемые: 11 женщин и 4 мужчин, студенты, возраст от 18 до 22 лет, без неврологических, психических заболеваний и заболеваний расстройства сна. В день опыта им было рекомендовано воздержаться от употребления кофе, крепкого чая, шоколада и энергетических напитков. Испытуемые чередовали паттерны нажатий на кнопку правой и левой рукой по 10 раз

с синхронным счетом в уме в темном звукоизолирующем помещении в положении лёжа с закрытыми глазами. Несмотря на инструкцию (выполнять тест, пока не заснут) и благоприятствующие засыпанию условия, некоторые испытуемые без ошибок выполняли тест в течение всего времени эксперимента (50 мин). Цель исследования: на основании характеристик ЭЭГ оценить мозговые корреляты развития сонливости у испытуемых, длительное время эффективно выполнявших монотонную деятельность в условиях эксперимента с дневным сном. Вычисляли вариационные функции на 5-минутных отрезках ЭЭГ — перед деятельностью, в ее начале, середине и конце опыта. Выделяли их наибольшие значения в дельта-, тета-, альфа1-, альфа2- и бета-диапазонах и по критерию Стьюдента сопоставляли их попарно от одного исследуемого периода времени к другому. Увеличение альфа1-ритма во фронтальных областях отведения ЭЭГ от начала к середине деятельности и его генерализованный рост от середины к концу указывает на начальные этапы развития сонливости. Вместе с тем отсутствие изменений амплитуды дельта-колебаний и существенно меньший рост тета-активности в ЭЭГ свидетельствует о сохранении достаточно высокого уровня бодрствования. Длительные однородные поведенческие реакции провоцируют нарушения кратковременной памяти и внимания, ослабляют бдительность, вызывают сонливость, снижают уровень сознания вплоть до эпизодов сна. Изучение мозговых коррелятов, поддерживающих или нарушающих монотонную работу в условиях, благоприятствующих засыпанию, способствует поискам мер противодействия негативным явлениям, которые нарушают ее эффективность.

Исследование произведено при поддержке: «Государственное задание Министерства образования и науки Российской Федерации на 2024–2026 гг.», грант 1021062411635-8-3.1.4

МАГНИТОРЕЦЕПЦИЯ ПТИЦ: ПОИСК РЕЦЕПТОРА В СЕТЧАТКЕ

Никита С. Чернецов^{1,2}, Александр Ю. Ротов³, Любовь А. Астахова³

¹Зоологический институт Российской академии наук

²Санкт-Петербургский государственный университет

³Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

nikita.chernetsov@gmail.com

Птицы способны использовать информацию о стационарном магнитном поле (МП) Земли для определения сторон света и своего местоположения во время миграционных перемещений. Предполагается локализация сенсорной основы магнитной компасной системы птиц в сетчатке глаза. Наиболее вероятным типом магниторецепторных клеток в сетчатке считаются фоторецепторы дневного зрения — колбочки. Мы выяснили, способны ли изменение внешнего МП модулировать электрические ответы сетчатки у зарянок (*Erithacus rubecula*). Мы регистрировали электроретинограмму (ЭРГ) от изолированной сетчатки в ответ на вспышки синего и красного света при МП, прикладываемом под углом 0° и 90° к плоскости сетчатки. Морфологический анализ распределения колбочек в сетчатке зарянки проводили методами микроспектрофотометрии и световой микроскопии. Изменение направления МП приводило к статистически значимому изменению амплитуды а-волны ЭРГ в ответ на синие, но не на красные вспышки. Эффект был выявлен только в назальном квадранте сетчатки, но не в остальных трёх. Дополнительная серия была проведена с применением красных вспышек на постоянном синем фоне, и наоборот. Эффект направления МП также наблюдался только для а-волны, и только в назальном квадранте. Микроскопический и микроспектрофотометрический анализ масляных капель во внутренних сегментах колбочек показал, что эти структуры в двойных колбочках назального квадранта окрашены более интенсивно, чем в других участках сетчатки, и имеют спектр поглощения, сдвинутый в длинноволновую сторону. Изменения во внешнем МП модулируют амплитуду а-волны ЭРГ в назальном квадранте сетчатки зарянки в ответ только на слабые синие вспышки. Это соответствует тому, что известно про работу магнитного компаса птиц из поведенческих экспериментов. В назальном квадранте сетчатки масляные капли бледно-желтого типа, соответствующие двойным колбочкам, имеют более яркую окраску. Это могло бы послужить основой для сравнения информационных сигналов, формирующихся в основном и вспомогательном членах двойных колбочек. Полученные данные доказывают наличие электрофизиологического ответа на

магнитную стимуляцию в сетчатке мигрирующих птиц, и позволяют высказать предположения о природе первичных магниторецепторных клеток. Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-14-00085

МЕХАНИЗМЫ ВОСПРИЯТИЯ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ ИСКРИВЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВА

Валерий Н. Чихман, Валерия М. Бондарко, Сергей Д. Солншкнн

Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

vmbond@gmail.com

Механизмы зрительного восприятия исследовали посредством изучения зрительных иллюзий и интерполяции. Проведены психофизические эксперименты с последующим моделированием ряда результатов. Исследовали иллюзии искажения зрительного пространства, для чего сравнивали иллюзии Вундта — Геринга и шахматной доски, приводящие к искривлению линий, в которых прямые линии кажутся выпуклыми или вогнутыми. Анализ полученных в исследовании данных и других известных иллюзий показал, что механизмы возникновения оптических иллюзий, приводящих к искажению формы изображений, можно отнести к двум основным типам. Одни из них вызваны явлением оптической иррадиации, нейрофизиологическим коррелятом которого выступают оппонентные On-Off рецептивные поля нейронов наружного колленчатого тела. К таким иллюзиям относится иллюзия шахматной доски. Другие иллюзии связаны с иллюзией наклона, вызванной взаимодействием между пространственно-частотными каналами, образованными рецептивными полями корковых нейронов. Примером такой иллюзии выступает иллюзия Вундта — Геринга. Такая двойственность причин возникновения иллюзий искажения формы делает проблематичным введение единой метрики для описания зрительного пространства. Параллельно с этим исследовали иллюзию наклона как одну из основополагающих иллюзий искривления зрительного пространства. Впервые показано, что иллюзия наклона связана с остротой зрения наблюдателей, которая определяется функционированием самых высокочастотных рецептивных полей области V1 зрительной коры. Организация таких рецептивных полей обусловлена согласованностью мозаики сетчатки с оптикой глаза и ретинотопикой отдельных областей зрительной системы. Сама же

иллюзия наклона возникает вследствие взаимодействия между пространственно-частотными каналами зрительной системы. Как проявление иллюзии наклона рассмотрели, кроме того, иллюзию искривления линий в присутствии дополнительных дуг (дистракторов). Изучали механизмы оценки кривизны. Впервые были получены оценки кривизны для реальных и интерполированных изображений (мысленно проведенных через точки линий) малой кривизны. Выявлены искажения в восприятии кривизны при наличии дистракторов. Данные оказались согласованными с иллюзией наклона, возникающей вследствие взаимодействия между пространственно-частотными каналами зрительной системы. Сопоставление с восприятием кривизны других изображений свидетельствует о неоднозначности механизмов оценки кривизны, зависимости их от формы изображений и окружения.

СОПОСТАВЛЕНИЕ ВЫРАЖЕННОСТИ ПОГРАНИЧНЫХ РАССТРОЙСТВ У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ГЕНТИНГТОНА И АКТИВНОСТИ ФНО-А В СЫВОРОТКЕ КРОВИ

Вадим А. Шавуров¹, Мария Г. Соколова^{2,3}

¹Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова

²Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова

³Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена

shavurovv@mail.ru

Цель исследования: сопоставить выраженность пограничных расстройств у пациентов с болезнью Гентингтона и активности цитокина фактора некроза опухоли- α (ФНО- α) в сыворотке крови. Материалы и методы: было обследовано 22 пациента с болезнью Гентингтона. Средний возраст больных — 49,6 лет. Длительность заболевания — 7 ± 1 год, длительность терапии — 1 ± 2 года. Мужчины составляли 74 %, женщины 26 %. Проведено клинико-неврологическое, молекулярно-генетическое и лабораторное исследование. Определение уровня фактора некроза опухоли- α (ФНО- α) проводили иммуноферментным методом в образцах сыворотки крови. Пороговые величины определения Пороговые величины определения ФНО- α — 8,1 пг/мл. Статистическая обработка производилась с использованием пакета STATISTICA 9.0 (USA). Результаты: у 6 больных (27 %) хореический гиперкинез был умеренно выраженный, 16 пациентов (72 %) имело выраженную степень двигательных нарушений. У 18 пациентов с БГ тонус был низкий, у 4 была

отмечена ригидная форма. По шкале (HADS) пациенты БГ имели: легкую степень тревоги — в 4 (18 %) случаев, умеренную — 7 (32 %), выраженную — 11 (50 %). По шкале MMSE были выявлены у 13 пациентов (59 %) легкие когнитивные нарушения, у 9 пациентов (41 %) умеренные когнитивные нарушения. По шкале Рэнкин 1 балл имели — 3 пациента, 2 балла — 11 пациентов, 3 балла — 5 пациентов, 4 балла — 3 пациента. Моторная активность по индексу Ривермидт составляла $36,4 \pm 5,4$. Данные иммуноферментного анализа свидетельствуют о том, что концентрация ФНО- α в сыворотке крови БГ (74,30 [46,42; 94,88] нг/мл) статистически значимо ($p < 0,01$) выше, чем в контрольной группе (11,20 [10,17; 20,55] нг/мл). Сопоставление данных нейropsychологических данных у пациентов БГ и уровня ФНО- α ($r = 0,78770$ при $p \leq 0,005$) выявило сильную корреляционную связь. Вывод: пациенты с БГ имеющие более выраженные пограничные расстройства в эмоционально-волевой сфере имеют более высокие показатели цитокина фактора некроза опухоли- α (ФНО- α) в сыворотке крови.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЛИНИЙ КРЫС С КОНТРАСТНОЙ ВОЗБУДИМОСТЬЮ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ПАТТЕРНОВ

Ирина Г. Шалагинова^{1,2}, Анастасия Э. Вылегжанина^{1,2}, Наталья А. Дюжикова¹

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

shalaginova_i@mail.ru

Среди методик для оценки тревожно-подобного поведения грызунов и влияния на него различных физиологических, генетических, фармакологических факторов одними из самых распространенных являются тест открытое поле (ОП) и приподнятый крестообразный лабиринт (ПКЛ). Несомненными преимуществами данных тестов являются простота, скорость проведения и последующей оценки. Однако на практике получаемые показатели сложны, многомерны и чувствительны к широкому ряду генетических, экспериментальных, физиологических, онтогенетических факторов. При этом, чаще всего для анализа используют одномерные статистические подходы (t-тест, ANOVA и их непараметрические аналоги), которые позволяют оценить лишь отдельные показатели, игнорируя сложные поведенческие паттерны. Методы многомерного анализа (MANOVA,

LDA, кластеризация и снижение размерности) остаются недооцененными в нейронауке, хотя позволяют рассматривать поведение как систему взаимосвязанных характеристик. Предыдущие исследования показали, что линии крыс, селектированные по порогу возбудимости нервной системы, демонстрируют значимые различия в поведенческих, биохимических и физиологических параметрах и таким образом предоставляют уникальную возможность для изучения фундаментальных механизмов, лежащих в основе индивидуальной предрасположенности к постстрессорным патологиям. В исследовании использовались интактные 5-месячные самцы крыс двух линий, селектированных по высокому (линия ВП) или низкому (линия НП) порогу возбудимости. Для оценки поведения использовали тесты ОП и ПКЛ, выборка состояла из 3 наборов данных, полученных в результате независимых экспериментов, проведенных на одном и том же оборудовании ($n = 100$). MANOVA выявил значимый эффект фактора «линия» (ВП vs. НП) на поведенческие параметры. При этом LDA позволил уточнить какие именно поведенческие характеристики вносят наибольший вклад в различия между группами. K-means показал, что линии ВП и НП формируют отдельные кластеры, что подтверждает различие в их поведенческих профилях. Многомерный анализ поведения с высокой точностью позволил предсказать принадлежность к линии и такое предсказание устойчиво при снижении размера тестовой выборки до стандартных для исследований на крысах. Таким образом, многомерный анализ позволяет выделять группы животных с похожими поведенческими профилями. В отличие от одномерных методов, он учитывает взаимосвязь между параметрами, что повышает точность классификации, улучшает воспроизводимость и помогает выявлять скрытые закономерности. Исследование произведено при поддержке: «ФГБУН Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН», грант государственное задание (№ 1021062411629-7-3.1.4)

КАК МОДУЛЯЦИЯ ПОЗЫ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ ПРИ НЕИНВАЗИВНОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА ЗАВИСИТ ОТ СЕНСОРНО-КОГНИТИВНОГО СТИЛЯ?

Наталья Д. Шаманцева¹, Иван А. Сагун¹, Татьяна А. Клишковская², Андрей Ю. Аксенов³, Всеволод А. Ляховецкий¹, Татьяна Р. Мошонкина¹

¹Институт физиологии им. И. П. Павлова Российской академии наук

²Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

³Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

shandibinan@infran.ru

Исследования показали, что в условиях отсутствия зрительной информации и при неинвазивной стимуляции спинного мозга сенсорно — когнитивный стиль определяет особенности координации между сегментами тела [1;3]. В условиях спокойной стойки с закрытыми глазами полезависимые (ПЗ) люди демонстрируют менее стабильную позу по сравнению с полезависимыми (ПН). У ПЗ людей в вертикальной стойке плечи и таз двигаются en bloc, тогда как у ПН сегменты тела двигаются независимо [4]. Целью данной работы было определить постральную стратегию стабилизации у ПЗ и ПН людей. В исследовании участвовало 20 добровольцев (11 ПЗ, 9 ПН, 24 ± 4 года). Регистрировали ЭМГ m. tibialis anterior (TA), m. soleus (SOL), m. gastrocnemius (GA), m. vastus lateralis (VL), m. biceps femoris (BF), m. rectus femoris (RF) и движения в суставах (голеностопном (ГС), коленном (КС), тазобедренном (ТБС)), а также движения сегментов: наклон головы, туловища и таза во время стойки на стабилометрической платформе с закрытыми глазами. Антропометрические показатели не отличались в двух группах ($p > 0.05$). Отличия стабилотраграмм между ПЗ и ПН группами — по площади эллипса 590 [475;793] и 412 [340;442] мм², по разбросу вдоль сагиттальной оси (разброссаг) 5.4 [2;7] и 4.0 [3;4] мм, кинематические отличия — по показателю наклона таза 2.4° [2;3] и 1.7° [1;2] и ротации в ТБС 3.8° [2;9] и 1.4° [1;3], соответственно. В группе ПЗ выявлена положительная корреляция ($r > 0.5$) между площадью эллипса и активностью RF, разбросомсаг и разбросомфр. В ПЗ группе движение головы и туловища синхронны с ГС, КС и ТБС, а наклон таза коррелирует только с движением в КС. Ротация ТБС отрицательно коррелирует в этой группе с площадью эллипса и не коррелирует с движением в суставах (кроме ТБС). В группе ПН выявлена положительная корреляция между площадью

эллипса и движением в ГС, КС и ТБС, ротацией ТБС, наклонами таза, активностью VL, разбросомсаг и разбросомфр. У ПН движение головы отрицательно коррелирует (асинхронно) с площадью эллипса, разбросомфр и активностью VL и не коррелирует с движением в суставах. Результаты указывают на приоритет стабилизации таза за счёт движения в ТБС у ПЗ людей. У ПН людей в приоритете стабилизация головы в пространстве за счёт использования смешанной постральной стратегии.

1. Isableu et al. Exp Brain Res. 2003.
2. Shamantseva et al. Life. 2023
3. Shamantseva et al. Frontiers in Neuroscience. 2024.
4. Isableu et al. Neuroscience. 2010

ВКЛАД ОКИСЛЕНИЯ РИАНОДИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ В НАКОПЛЕНИЕ МИОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО И МИТОХОНДРИАЛЬНОГО КАЛЬЦИЯ ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКЕ КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ

Кристина А. Шарло, Дарья А. Сидоренко, Роман О. Боков, Глеб В. Галкин, Ирина Д. Львова, Борис С. Шенкман

Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

sharlokris@gmail.com

Скелетные мышцы адаптированы к ежедневной активности; для тонических мышц, которые выполняют функцию поддержания положения тела и ходьбы, нормальное функционирование включает 11–14 ч активности в день. Нарушение этого паттерна активности (функциональная разгрузка) приводит к изменениям в работе регуляторных путей на молекулярном уровне, что ведет к атрофии и слабости мышц. Уже на 2–3-й день функциональной разгрузки в миоплазме скелетных мышц накапливаются ионы кальция и активные формы кислорода (АФК). В отличие от кратковременного накопления кальция при физической нагрузке, при функциональной разгрузке наблюдается относительно небольшое по амплитуде, но длительное увеличение содержания ионов кальция. Известно, что чрезмерное длительное накопление кальция в мышечных волокнах может привести к нарушению функции митохондрий и активации протеолиза. Мы предположили, что окисление рианодинового рецептора АФК, приводящее к их спонтанному открытию, может вносить вклад в накопление ионов

кальция в миоплазме и способствовать дальнейшему накоплению активных форм кислорода и атрофии мышц при функциональной разгрузке. Двадцать четыре самца крыс Вистар возраста 2-х месяцев были распределены в одну из трех групп: контрольные крысы с введением плацебо («С»), 7-суточная разгрузка задних конечностей крыс с плацебо («7HS») и 7-дневная разгрузка задних конечностей крыс с введением стабилизатора рианодиновых рецепторов S107 (50мг/кг «7H+S»). Разгрузку задних конечностей осуществляли методом вывешивания задних конечностей по методу Ильина — Новикова в модификации Морей — Холтон. После эксперимента у крыс извлекали камбаловидные мышцы, одну из мышц окрашивали кальциевыми красителями Rhod-2 AM и Oregon green 2 ВАРТА AM для определения миоплазматического и митохондриального кальция, а вторую мышцу использовали для биохимических исследований. 7-суточная разгрузка задних конечностей крыс привела к накоплению как миоплазматического, так и митохондриального кальция, активации потребления кислорода рядом ферментов ЭТЦ и снижению экспрессии мРНК регуляторов митохондриального биогенеза, что сопровождалось атрофией мышечных волокон. В группе 7HS+S полностью предотвратилось накопление митохондриального кальция, увеличение потребления кислорода ЭТЦ, снижение маркеров митохондриального биогенеза и атрофия волокон типа I, а также наблюдалось небольшое, но статистически достоверное снижение уровня миоплазматического кальция в сравнении с 7HS. Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 23-75-10048

ВЛИЯНИЕ ВВЕДЕНИЯ ОУБАИНА И НИФЕДИПИНА НА СОДЕРЖАНИЕ Ca^{2+} , АТФ И СОКРАТИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ SOLEUS ПРИ 3-ДНЕВНОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РАЗГРУЗКЕ КРЫС

Кристина А. Шарло, Сергей А. Тыганов, Дарья А. Сидоренко, Роман О. Боков, Ксения А. Зарипова, **Татьяна Л. Немировская**

Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

nemirovskaya@bk.ru

Мышечная атрофия и снижение силы проявляются очень быстро при бездействии или механической разгрузке, и наибольшая скорость их снижения наблюдалась на ранних стадиях постельного режима. При функци-

ональной разгрузке происходит накопление макроэргических фосфатов и ионов Ca^{2+} в мышечных волокнах. Самым ранним эффектом разгрузки (первые 24 ч) на постуральную мышцу является деполяризация сарколеммы вследствие нарушения функции Na, K-АТФазы из-за инактивации её $\alpha 2$ -субъединицы. Деполяризация предшествует явной атрофии скелетных мышц. Ранее показано, что активация паннексиновых каналов, пропускающих АТФ, происходит при деполяризации мембраны. Мы предположили, что 1) предотвратив деполяризацию мембраны введением оубаина, а также 2) ингибировав дигидропиридиновые рецепторы при разгрузке мышц нифедипином мы сможем повлиять на содержание АТФ и Ca^{2+} в волокнах, а также на сократительные свойства m. soleus. При введении этих препаратов при 3х-дневном вывешивании мы наблюдали такую же атрофию m. soleus крыс, как в группах без введения препарата. Но введение как оубаина, так и нифедипина предотвратило увеличение уровня кальция в миоплазме волокна. При введении оубаина наблюдалась незначительная разница в удельной максимальной силе тетанического сокращения между группами, вывешенными с препаратом и без него. Но препарат существенно влияет на пассивные механические свойства m. soleus: максимальная пиковая сила и максимальная сила в конце теста на растяжение в мышцах с введением оубаина не отличается от группы контроля, в то время, как в группе, вывешенной без препарата она существенно падает ($p < 0,05$). Введение нифедипина при 3-суточной разгрузке предотвращает достоверное снижение максимальной силы одиночного сокращения (в отличие от soleus группы HS без препарата). Экспрессия мРНК кальпаина в группе, вывешенной с оубаином не отличалась от группы С (в гр. HS она была выше, $p < 0,05$). Трёхдневное ингибирование DHPR при функциональной разгрузке предотвращает протеолиз джанктофиллина в m. soleus. Вывод: введение оубаина и нифедипина приводит к предотвращению повышения уровня кальция в миоплазме, и влияет на сократительные характеристики и пассивные механические свойства m. soleus. Эти изменения, вероятно, связаны с предотвращением распада цитоскелетных белков.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 24-15-00088

ВЗАИМОСВЯЗЬ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МИНУТЫ С ТИПАМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Людмила В. Шебеко, Виктор Р. Горст, Екатерина А. Заднепровская, Галина А. Яманова, Оксана Ю. Родаева

Астраханский государственный медицинский

университет mila-agma@mail.ru

Индивидуальное восприятие времени отражает общее состояние организма, характеризует адаптоспособность человека к меняющимся условиям внешней и внутренней среды. Поиск физиологических основ восприятия времени человеком является актуальным направлением в психофизиологии. С целью исследования взаимосвязи индивидуального восприятия времени с типами вегетативной регуляции был проведен корреляционный анализ между «индивидуальной минутой» и показателями variability сердечного ритма (ВСР). Исследования проводились на студентах 2 курса Астраханского ГМУ в возрасте от 17 до 23 лет. Под наблюдением находились 107 человек. Вегетативный статус исследуемых оценивали по показателям variability сердечного ритма, по индексу функциональной активности симпатической нервной системы (ИФАСНС) с помощью расчетных формул по индексу Кердо (ВИ). Анализ вариационной пульсометрии и спектральный анализ ВСР проводили с помощью аппаратного комплекса «Варикард 2.51» и программы ИСКИМ6. Для оценки особенностей восприятия времени человеком использовали тест «индивидуальная минута». Исследования проводились в условиях относительного функционального покоя. По величине вегетативного индекса всех испытуемых разделили на три группы. В 1-ю вошли студенты с преобладанием активности парасимпатической нервной системы (25 человек), во 2-ю группу вошли студенты с балансом между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС (43 человека), в 3-ю вошли испытуемые с преобладанием тонуса симпатического отдела ВНС (39 человек). Продолжительность индивидуальной минуты в первой группе составила $64,9 \pm 4,0$ с, во второй группе — $65,3 \pm 0,9$ с, в третьей — $62,6 \pm 2,6$ с. Было установлено, что достоверные корреляционные связи возникают только между индивидуальной минутой и показателями ВСР, особенно в группе с преобладанием активности парасимпатического отдела ВНС. Меньше степень корреляции была в группе с балансом отделов ВНС и полностью отсутствовала в группе с преобладанием тонуса симпатического отдела. В заключение, необходимы дальнейшие исследования для подтверждения связи между индивидуальным восприятием времени и типами вегетатив-

ной регуляции и выявления механизмов ее действия. Влияние ВНС — лишь один из множества факторов, определяющих наше субъективное восприятие времени.

ЭЭГ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОСПРИЯТИЯ И ОЦЕНКИ ПРОИЗВЕДЕНИЙ ЖИВОПИСИ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПОСЕЩЕНИЯ МУЗЕЙНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ

Наталья В. Шемьякина¹, Жанна В. Нагорнова¹, Владислав А. Галкин¹, Анна В. Грохотова¹, Виктория А. Васенькина¹, Светлана В. Бирюкова², Виталий Г. Виноградов³, Вячеслав Ю. Мизин⁴, Юрий Г. Потапов³

¹Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

²Русский Музей, Санкт-Петербург, Россия

³Мансарда Художников, Санкт-Петербург, Россия

⁴Центр культуры 19, Новосибирск, Россия

shemyakina_n@mail.ru

Участвовали 30 испытуемых (30–70 лет), художников и не-художников на выставке М. Врубеля (Русский Музей, Санкт-Петербург, иссл.#1) и 32 испытуемых до 63 лет на выставке современных художников (ЦК19, Новосибирск, иссл.#2). Испытуемые свободно перемещались по экспозициям (60–90 мин) в носимом ЭЭГ оборудовании, рассматривали картины и давали субъективную оценку эмоционально-эстетической привлекательности полотен по шкале привлекательности до 10 баллов. Одинарным нажатием на кнопку отметчика обозначалось начало временного интервала (30 с — 3 мин) просмотра картины, затем серией нажатий (до макс 10) оценивали полотно и переходили к следующей картине. ЭЭГ регистрировали от 19 отведений (10–20, объединенный ушной электрод) с использованием WinEEG (Пономарев, Кропотов, 2001) и SmartBCI24, ЧД 250 Гц (ООО «Мицар», СПб). Группа художников (иссл.#1) при восприятии и эстетической оценке картин характеризовалась меньшими значениями мощности ЭЭГ в А1(8–10 Гц) и А2(10–13 Гц) диапазонах частот по сравнению с не-художниками. Принятие решения о высокой эмоционально-эстетической привлекательности полотен у художников по сравнению с не-художниками сопровождалось большими значениями связанной с событием синхронизации ЭЭГ в частотном диапазоне 11,5–27 Гц в лобных и центральных областях коры за 580–360 мс до обозначения ответа, тогда как низкая

эмоционально-эстетическая оценка — характеризовалась десинхронизацией ЭЭГ 9–27 Гц, начинавшейся за 60 мс до начала обозначения ответа и длящейся до 440 мс после него — в задневисочных и теменных областях. По всей видимости, художникам было свойственно большее вовлечение системы награды (вовлечение лобных зон) при восприятии эстетически приятных полотен, а различия в теменных и задневисочных зонах характеризовали продолжающийся зрительный синтез при восприятии субъективно менее привлекательных картин у художников по сравнению с не-художниками. Восприятие авторского (наивного) и реалистичного стиля живописи (иссл.#2) отличались большими значениями мощности ЭЭГ 5–6 Гц, 6–7 Гц, 7–8 Гц в теменной и затылочной областях по сравнению с абстрактным стилем. Восприятие картин примитивного/наивного стиля характеризовалось более распространенной синхронизацией в тета-диапазоне частот по сравнению с абстрактными. Реальный стиль характеризовался большими значениями спектральной мощности 8–9 Гц в теменных областях по сравнению с абстрактным, свидетельствуя о активации системы пассивного режима работы мозга и субъективных воспоминаний.

ВОЗМОЖНОЕ УЧАСТИЕ BDNF В РЕАЛИЗАЦИИ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ТОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОСТУРАЛЬНОЙ МЫШЦЫ

Борис С. Шенкман, Виталий Е. Калашников, Роман О. Боков, Сергей А. Тыганов, Кристина А. Шарло, Глеб В. Галкин

Государственный научный центр Российской Федерации — Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

bshenkman@mail.ru

Как известно, при устранении механической опоры немедленно прекращается электрическая активность основной постуральной камбаловидной мышцы [1]. Через три дня пребывания в условиях безопорности электрическая активность спонтанно возобновляется. Причиной спонтанной активности является снижение содержания калий-хлоридного котранспортера KCC-2 в спинном мозге с последующим повышением возбудимости мотонейронов [2]. Предполагается, что этот феномен может быть предотвращен активацией пути BDNF/TRK-B, при хотя бы частичном обновлении нормальной тонической активности [3]. Целью работы была

проверка этой гипотезы. На фоне 14 — суточного вывешивания задних конечностей крыс Wistar, у части животных с помощью имплантированных электродов проводили непрямую низкочастотную (10 Гц) стимуляцию трехглавой мышцы голени через n. ischiaticus (НМЭС) в течение 8 ч ежедневно. В одной из групп вывешенных и стимулированных крыс i. p. дважды в сутки вводили 0,5 мг/кг ANA12 специфический ингибитор TRK-B, рецептора BDNF. У вывешенных животных было обнаружено почти двукратное снижение содержания KCC2, которое частично предотвращалось у животных с НМЭС. Однако при блокировании TRK-B такой эффект не воспроизводился. Вывешивание привело к драматическому снижению площади поперечного сечения (ППС) медленных волокон камбаловидной мышцы. У животных с НМЭС ППС медленных волокон была достоверно выше, чем у вывешенных. При этом у животных с блокированием TRK-B этой разницы не наблюдалось. НМЭС позволила предотвратить снижение содержания рибосомальных РНК, фосфорилирования рибосомального белка S6 и увеличения экспрессии E3 убиквитин лигаз MuRF1 и MAFbx/atrogen-1, которое было ярко выражено у вывешенных животных. Однако при блокировании TRK-B значения перечисленных параметров протеостаза не отличались от показателей группы вывешивания. Таким образом, блокирование рецепции BDNF нивелировало большинство профилактических эффектов НМЭС, что может указывать на возможное участие BDNF в реализации стабилизирующей функции тонической активности постуральной мышцы в нормальных условиях.

1. Alford et al. *Exp. Neurol.* 1987.
2. Shenkman et al. *Int. J. Mol. Sci.* 2024.
3. Li X. et al. *Neurochem. Res.* 2022.

Исследование произведено при поддержке: «РНФ», грант 22-15-00151

ОБРАБОТКА РАЗЛИЧНЫХ ГРАММАТИЧЕСКИХ КАТЕГОРИЙ ПОДРОСТКАМИ: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ВП НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОГО ЯЗЫКА

Софья А. Шумилова¹, Ольга В. Кручинина², Елизавета И. Гальперина²,
Наталья А. Слюсарь¹, Дарья В. Антропова¹

¹Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

²Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова Российской академии наук

shumilova.sophia@gmail.com

Целью нашего исследования являлось изучить, как подростки обрабатывают грамматический род, число и падеж в русском языке. Мы провели эксперимент с использованием метода вызванных потенциалов (далее — ВП) ЭЭГ, в котором приняли участие 15 подростков (4 м, 11 ж) возрастом от 14 до 17 лет (ср. — 15.5). Для сравнения использовалось два типа согласования: предикативное и атрибутивное. В первом случае целевым словом являлся глагол, который согласовывался с предшествующим ему существительным (Статуетка упал-/Ø-а/-и с полки, висевшей над рабочим столом). Во втором случае анализировалось причастие, возглавляющее причастный оборот, зависимый от имени в главной клаузе (Статуетка упала с полки, висевш-ей/-ий/-ие/-ая над рабочим столом). В четыре этапа участники читали 400 предложений, некоторые из которых, стимульные, содержали ошибки в согласовании по роду, числу или падежу, как продемонстрировано в примерах выше. К четверти предложений задавался вопрос: «Было ли прочитанное предложение корректным?» — на который участники отвечали нажатием левой («Да») или правой («Нет») клавиши мыши. Анализ ВП показал, что паттерны обработки всех типов грамматических ошибок (и по роду, и по числу, и по падежу) отличались от обработки грамматически корректных предложений: амплитуды ВП в ответ на ошибки были значительно больше. В случае с предикативным согласованием, статистически значимыми оказались различия как по роду, так и по числу во временных интервалах 170–240 мс, 300–450 мс и 500–700 мс, что соответствует таким хорошо известным компонентам, как LAN, N400 и P600. Интересно то, что ошибки по роду вызывали более сильную реакцию. В атрибутивном согласовании заметно отличались ошибки по падежу, которые вызвали ранние компоненты в передних областях и центральной области левого и правого полушарий (210–260 мс). Ошибки по роду в атрибутивном согласовании также вызвали N400 в левой передней области. Подобные

исследования на русском и других языках ранее проводились на взрослых, однако подростки исследовались крайне редко [1, 2]. Сопоставление наших данных с результатами предыдущих исследований помогло обнаружить, что в среднем эффекты у взрослых более выражены, чем у подростков.

1. Blais et al. 2024.

2. Courteau et al. Scientific reports. 2023.

РОЛЬ МОТИВАЦИОННОГО КОМПОНЕНТА И ТРЕВОЖНОСТИ ДЕТЕЙ В АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ

Галина А. Яманова, Алена А. Антонова, Людмила В. Шебеко,
Екатерина А. Заднепровская

ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России

galina_262@mail.ru

Согласно теории функциональных систем, мотивация является одним из ключевых компонентов формирования поведенческого акта [1]. Мотивация и прогнозирование результатов действия при афферентном синтезе проявляются на эмоциональном уровне реагирования и участвуют в процессе физиологической адаптации [2]. С целью изучить уровень мотивации и степень тревожности кадетов во взаимосвязи с адаптационными возможностями организма проведено исследование среди 370 кадетов 10–17 лет. Используются: тест тревожности Филлипса, вариационная кардио- ритмография, методика диагностики мотивации (модиф. А. Д. Андреевой), личностный опросник Айзенка EPQ. Повышенный уровень нейротизма выявлен у 68,4 % кадетов 10–11 лет, в 12–13 лет — у 51,9 %, в 14–15 лет — у 38,7 % и в 16–17 лет — у 51,3 %. Учащиеся были склонны к эмоциональной неустойчивости, лабильности настроения, беспокойству. Мотивационная активность кадетов в 10–11 лет: I уровень мотивации учения — 14,3 %, II уровень мотивации — 47,6 %, III уровень — 23,8 % кадетов, IV уровень — 14,3 %. К концу обучения: I уровень — 0, II уровень — 38,1 %, III уровень — 52,4 %, IV уровень — 9,5 %. Высокий уровень тревожности в 10–11 лет — у 65,7 %, повышенный уровень — у 9,5 %, не выявлено повышенной тревожности — у 24,8 %. Структура причин тревоги: социальный стресс (42,9 %), страх ситуации проверки знаний (15,2 %), отношения с учителями (35,2 %), страх не соответствовать ожиданиям (61,6 %). В возрасте 16–17 состоянии нормы

находилось 76,5 % детей, в состоянии повышенной тревожности — 14,7 %, в состоянии высокой тревожности — 8,8 %. Структура причин: фрустрация потребностей в достижении успеха, страх самовыражения и несоответствия ожиданиям окружающих. Средний уровень показателя активности регуляторных систем (ПАРС) среди кадетов 10–11 лет с повышенным уровнем тревожности составил $6,2 \pm 0,9$ усл. ед. (выраженное напряжение); при высоком уровне тревожности — ПАРС $6,9 \pm 0,5$ усл. ед.; невыраженный уровень тревоги — ПАРС $4,3 \pm 0,7$. Уровень ПАРС в возрасте 16–17 лет характеризовался аналогичным распределением показателей. Выявлено выраженное снижение мотивации к учёбе, что отражается как на эффективности целенаправленной деятельности, так и на степени адаптации. Взаимосвязь ПАРС и уровня тревожности свидетельствуют о значительной роли функциональных особенностей нервной системы детей на процесс адаптации к условиям обучения.

1. Судаков. Психологический журнал. 2013.
2. Байгужин, Наумова. Психология. Психофизиология. 2021

МЕХАНИЗМЫ НЕЙРОТОКСИЧНОСТИ ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИИ И НЕЙРОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ СЕРОВОДОРОДА В ОНТОГЕНЕЗЕ У КРЫС

Алексей Яковлев, Гузель Ситдикова

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Период эмбрионального развития является критическим для формирования практически всех физиологических систем организма и особенно ЦНС. Одним из неблагоприятных факторов, действующий на плод является высокий уровень гомоцистеина в крови (гипергомоцистеинемия, ГГц). Гомоцистеин служит предшественником для синтеза глутатиона и H₂S и способен проникать через плацентарный и гематоэнцефалический барьеры, вызывать нарушения кровообращения плаценты, гипоксию плода и оказывать нейротоксические эффекты на развивающийся мозг. Целью исследования - анализ эффектов доноров H₂S на поведенческие, когнитивные нарушения и развитие

окислительного стресса потомства крыс с пренатальной ГГц. Для моделирования пренатальной ГГц самки крыс получали метионин с пищей 3 недели до и во время беременности. Потомство было разделено на группы: контрольная, с пренатальным ГГц, с введением донора сероводорода - NaHS или NAC во время беременности, с пренатальной ГГц и с введением NaHS или NAC во время беременности. Оценивали сенсомоторное созревание, поведенческие реакции и когнитивные функции у потомства. С помощью биохимических методов анализировал уровень окислительного стресса, содержание и скорость образования H₂S в клетках головного мозга ГГц крыс. Было установлено, что в тканях мозга ГГц крыс наблюдалось нарушение метаболизма H₂S, активности антиоксидантных систем и накопление H₂O₂, усиление окислительной модификации белков и перекисного окисления липидов. Поведенческие тесты показали отставание в формировании безусловных рефлексов, физических параметров а также угнетении двигательной и исследовательской активности, как у новорожденных, так и у взрослых ГГц крыс, что свидетельствовало о отставании в созревании мышечной системы. Также было выявлено существенное ослабление когнитивных способностей у ГГц крыс. Введение NaHS/NAC в пренатальный период развития компенсировало токсическое действие гомоцистеина на содержание, продукцию H₂S и экспрессию фермента CBS и восстанавливало активность антиоксидантных ферментов в клетках мозга ГГц крыс и приводило к восстановлению дефицита когнитивных способностей, параметров физического развития и сроков формирования сенсорно-двигательных рефлексов. Таким образом, результаты свидетельствуют о том, что высокий уровень гомоцистеина во время беременности у самок приводит к нарушению развития потомства. Введение NaHS/NAC в пренатальный период предотвращало поведенческие и биохимические изменения у ГГц потомства, что говорит протекторных свойствах H₂S.

Исследование проведено при поддержке: "Академия наук Республики Татарстан", грант предоставлен молодым кандидатам наук с целью защиты докторской диссертации в рамках Государственной программы Республики Татарстан «Научно-технологическое развитие Республики Татарстан»

**КРАТКИЙ ОЧЕРК
ЖИЗНИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АКАДЕМИКА
АЛЕКСЕЯ АЛЕКСЕЕВИЧА УХТОМСКОГО (1875–
1942)**

Родился Алексей Алексеевич Ухтомский 13 (25) июня 1875 г. в родовом поместье князей Ухтомских, что располагалось в сельце Вослома Рыбинского уезда Ярославской губернии. По факту своего рождения он принадлежал к древнему русскому княжескому роду, потомкам Рюрика, однако волею судеб с самого раннего детства ему пришлось воспитываться в отрыве от сословных традиций и предрассудков. В возрасте чуть более одного года он был отдан на попечение своей тети — княжны Анны Николаевны Ухтомской, женщине одинокой, которая с детских лет воспитывала мальчика в атмосфере глубокой религиозности, доброты и человеколюбия, и многое в становлении его личности было заложено именно ею.

В 1888 году, не закончив полного курса Рыбинской мужской классической гимназии, Алексей Ухтомский по воле родителей был отправлен на обучение в Нижегородский кадетский корпус имени графа Аракчеева — одно из самых привилегированных военных учебных заведений России, где он получил солидную подготовку в сфере точных и естественных дисциплин. Особое влияние на мировоззрение юноши в те годы оказал преподаватель математики Иван Петрович Долбня (впоследствии ставший профессором Горного института в Санкт-Петербурге), которого он считал своим «наиболее важным воспитателем в научном и общефилософском смысле», «учителем мысли». Именно здесь, в корпусе, он получил первый толчок в науке, именно здесь началась складываться основная «мелодия» его жизни — попытка найти ответы на вопрос: что есть человек? в чем его природа и предназначение? как и с каких позиций подойти к изучению человеческой души, ее движущих начал?

Кроме интереса к естественно-научным дисциплинам, уже в корпусе Ухтомский начал серьезно интересоваться философскими основами теории познания, проблемами психологии, этики — теми областями, в которых так или иначе затрагивались проблемы природы человеческой души. С детства воспитываемый в атмосфере святоотеческой традиции, юноша пытается найти ответ на вопрос: чем объяснить природу глубинных религиозных переживаний человека, которые дают ему высокую степень душевного комфорта и устойчивости поведения.

Это во многом определило и вектор его дальнейшей судьбы. После окончания корпуса в 1894 г., вопреки воле родителей, но с одобрения своего учителя И. П. Долбни, поступает на словесное отделение Московской духовной академии, имея цель с научно-исторических позиций подойти к решению вопроса о сути религиозных верований. Именно в академии у него возникла мысль создать *биологическую* теорию религиозного опыта, для этого он знакомится с проблемами современного ему естествознания, стремясь познать законы природы и мироустройства, выявить связи и взаимодействия в живой природе. В своем кандидатском сочинении «Космологическое доказательство бытия Божия» Ухтомский подходит к решению поставленной проблемы как истинный ученый, представив широкий исторический экскурс того, как складывались на протяжении веков взаимоотношения церкви и науки в понимании Природы и Человека. Можно ли найти согласие между миром природы и миром человеческой мысли, между телесным и духовным началом в человеке? Есть ли возможность рассматривать их с единых позиций, например включив религиозный опыт, исторический и личный, в сферу научного познания? При этом он уверен, что физиология, психология и история религиозного опыта — вот те области, в которых может быть намечен истинный прорыв в понимании природы человека.

По окончании Московской духовной академии в 1899 г. Ухтомский принимает решение поступать в Императорский Санкт-Петербургский университет с целью познать закономерности формирования целостного поведения, что требовало прежде всего изучения физиологии нервной системы. Уже с осени 1900 г. он становится студентом естественного отделения физико-математического факультета, а через два года приходит в физиологическую лабораторию Николая Евгеньевича Введенского, ученика и преемника И. М. Сеченова, которому суждено было заложить основы университетской физиологической научной школы и наметить одну из основных линий исследований — изучение механизмов нервной деятельности с применением функционально-системного подхода к описанию нервных процессов в сочетании с физико-химическими методами исследования. Введенский творчески продолжил эту линию, активно разрабатывая новые подходы к анализу природы возбуждения и торможения — процессов, взаимодействие которых во многом определяет специфику функционального состояния органа и ткани, что требовало в свою очередь перенесения исследований на микроуровень. Обосновав сформулированный им в 1892 г. закон относительной функциональной подвижности (физиологической лабильности) применительно к действию

нервной системы на низших этажах (на примере действия изолированного нервно-мышечного препарата), Введенский стремился перенести этот закон на более высокий уровень — координирующую деятельность нервных центров и их роль в обеспечении ответной реакции организма (на примере согласованной деятельности мышц-антагонистов). К этим исследованиям и был привлечен А. А. Ухтомский.

Осенью 1906 г., после окончания университета, Ухтомский был зачислен на должность лаборанта физиологического кабинета, продолжая основное направление исследований Введенского. Вместе с тем, оставаясь на всю жизнь глубоко преданным идеям учителя, Ухтомский пошел в науку своим путем, решив перенести свой интерес с микроуровня, т. е. изучения особенностей функционирования отдельных нервных центров, на макроуровень, предполагающий рассмотрение взаимодействия организма и среды как целостных образований и, стало быть, изучения интегративной деятельности мозга и факторов, лежащих в основе организации целенаправленного поведения организма в среде.

В 1911 году Ухтомский, будучи уже кандидатом богословия, защищает свою диссертацию на степень магистра зоологии и физиологии «О зависимости кортикальных двигательных эффектов от побочных центральных влияний», в которой уже содержался прообраз сформулированного им позднее принципа доминанты как одного из ведущих системообразующих факторов организации целенаправленного поведения. Основываясь на всех достижениях университетской физиологической школы, признавая подвижный, динамический характер взаимодействия процессов возбуждения и торможения при формировании ответной реакции организма, равно как и активную роль координационного торможения в обеспечении векторной направленности поведения, Ухтомский развивает представление о доминирующей констелляции нервных центров как функционально подвижном динамическом «органе поведения», который является структурно-функциональной основой системной деятельности мозга и обеспечивает возможность формирования организмом активных и высокоадаптивных поведенческих реакций.

После защиты диссертации стремительно меняется и его положение на кафедре. В 1912 г. Ухтомский становится приват-доцентом кафедры, читает лекции в открытом В. М. Бехтеревым Психоневрологическом институте, на курсах воспитательниц и руководительниц физического образования П. Ф. Лесгафта (будущем Институте физической культуры); в 1918 г. становится штатным доцентом кафедры, вскоре получает и звание профессора, а в 1919 г. утверждается вторым профессором кафедры, участвует в создании рабочего факультета при университете.

Что же касается научной деятельности Ухтомского, то после защиты диссертации должно было пройти целых 11 лет обдумывания полученных результатов, поисков подтверждения правомочности действия принципа доминанты на разных уровнях существования человека, прежде чем некогда уловленная им «нить Ариадны» привела его к пониманию универсального характера открытого им основополагающего принципа работы мозга. Только в 1922 г., после смерти Введенского, Ухтомский впервые публично заявил о своем главном открытии, обозначив тем самым и новые векторы в развитии исследований университетской физиологической школы.

В 1923 году, после смерти Введенского, Ухтомский принимает на себя заведование кафедрой физиологией университета. В том же году в Русском физиологическом журнале выходит его программная статья «Доминанта как рабочий принцип нервных центров», в которой он намечает все перспективные пути исследования доминанты, начиная с изучения мозговых механизмов ее образования и заканчивая ее ролью в процессах внимания и предметного мышления как ведущих констант познания человеком мира и формирования его как личности.

В 1923–1927 годах Ухтомский выступает с целым циклом статей о доминанте, в которых он очерчивает широкую область приложения принципа доминанты. Доминанта — не только физиологический закон деятельности нервных центров, определяющий направленность протекания реакций организма в данный момент времени, но и основной закон душевной жизни человека, определитель главенствующих мотивов его деятельности и личной нравственной позиции. Он намечает разные линии рассмотрения действия доминанты на уровне целостного поведения, затрагивая при этом физиологические, психологические и этические аспекты своего учения, тем самым подчеркивая плодотворность системной интеграции естественно-научных и гуманитарных областей знания в общем контексте изучения природы человека.

Обсуждая все поднятые им проблемы в рамках заложенного еще великим Сеченовым понимания диалектического взаимодействия организма и среды, Ухтомский строит подобную «вертикаль» и в отношении таких онтологических, глубоко философских понятий, как пространство и время, которые он рассматривает в свете особенностей работы мозга. В 1925 г. он выступает с сообщением о «хронотопе» как едином пространственно-временном континууме среды, который отражается и в пространственно-временной организации работы нервной системы (складывание доминирующей констелляции нервных центров как динамически меняющегося функционального комплекса), и в особенностях

формирования мозгом целостных пространственно-временных психических образов.

Ухтомский смело вводит в научный оборот очень важное для него понятие «интегрального образа», более того — он отстаивает принципиальное положение об *образном* характере психической деятельности человека, что в целом переворачивало прежние представления об элементарных единицах познания. Мы воспринимаем мир не в рамках тех или иных ощущений — они лишь плод нашей аналитической абстракции, на деле же всегда речь идет о неких синтезах, формирующихся на фоне действия наличной доминанты. Отсюда и интегральный образ как продукт доминанты вбирает в себя всю совокупность впечатлений, приуроченных к ней — ее рецептивное содержание, соматические и эмотивные компоненты поведения, т. е. все то, что так или иначе было связано с ее проявлением в тот или иной момент времени. Это своеобразный памятный след, «образ действия», который может быть восстановлен при сходных обстоятельствах.

Но оставаясь активным компонентом психики, хранящийся в памяти интегральный представляет собой динамическое образование — в условиях вероятностной структуры среды он постоянно изменяется, обогащается новыми поводами к своему воспроизведению, переинтегрируется, становясь по сути избыточным. Но именно эту принципиальную избыточность интегрального образа как некоего «вероятностного проекта предвидимой реальности» Ухтомский считал крайне важным достижением, ибо в результате резко повышается детерминирующий потенциал прошлого опыта. Тем самым Ухтомский одним из первых поставил проблему вероятностного прогнозирования целенаправленного поведения, которое обеспечивает организму возможность формирования высокоадаптивных реакций.

Признавая принципиальную роль интегрального образа в организации поведения, Ухтомский выстраивает целую иерархию его поуровневых преобразований — от формирующихся на бессознательном уровне «интегральных образов среды», которые сохраняются в памяти в виде «интегралов опыта» с их непосредственным предметно-развернутым и эмотивным содержанием и тем самым выступают в качестве системообразующих факторов целенаправленного поведения, до уже вполне осознанных, логически выстроенных образов-идей, идеалов, общественно-значимых идеалов-целей, которые имеют глубокую психофизиологическую подпочву и выступают как важнейшие детерминанты социального поведения человека и общества.

Отсюда и сама культура предстаёт для Ухтомского не как статичное образование, а как динамически развивающееся целое, в основе которого

лежит квинтэссенция человеческих идеалов и плодов реальной деятельности людей, ведомых этими идеалами. А от того, каково будет содержание и смысл этих идеалов, зависит вектор духовного развития как самого человека, так и общества в целом.

В конечном итоге среда применительно к человеку всегда предстает в контексте культуры, формируясь как некое исторически складывающееся по ходу деятельности человека и человечества биосоциокультурное пространство, в рамках которого в процессе индивидуального развития мы постигаем и *хронотопы среды*, т. е. постоянно строим пространственно-временные образы реальности в соответствии с текущими доминантами, и *хронотопы истории*, позволяющие нам использовать весь накопленный человечеством опыт, что неизмеримо повышает наши адаптивные ресурсы.

Но понимая человека прежде всего как «духовный организм», Ухтомский — ученый и богослов — не мог оставить без внимания проблемы нравственного поведения человека как отражения специфики взаимоотношений личности и общества. Разработанные им законы межличностного общения — закон Двойника и закон Заслуженного собеседника, также отражают возможность реализации в социальном поведении человека двух типов доминант. В человеке всегда борются две тенденции — приспособительная (направленность на свои личные интересы — «Двойник») и творческая, преобразовательная, предусматривающая активный выход за пределы своего «Я», формирование «доминанты на лицо другого» («Заслуженный собеседник») как главной доминанты человечества. Тем самым признавая нравственность «естественным» законом жизни человека, Ухтомский видел в ней залог индивидуального и общественного прогресса.

Сегодня этот новый синтетический подход к природе человека как нельзя более актуален. Ухтомский сделал то, что не удавалось многим исследователям. Он создал удивительно стройную концепцию о природе человека, которая родилась на стыке различных научных направлений: биологии, физиологии, психологии, философии, социологии и этики. Учение Ухтомского — это своеобразный триптих, в котором биологические, психологические и социальные уровни жизнедеятельности человека связаны единой смысловой «вертикалью» — принципом доминанты как ведущим принципом антропосоциогенеза.

Подобный онтологический синтез стал возможен только благодаря самой личности Ухтомского — сложной, многогранной, полифоничной. Ученый-энциклопедист, он обладал фундаментальными знаниями в области естественных наук и философии, отличался удивительным разнообразием гуманитарных интересов, свободным творческим взглядом

на многосложность социальных, нравственных, эстетических и религиозных проблем. В нем удивительно сочетались многолетние непрерывные естественно-научные искания в области изучения природы человеческого поведения и глубокая, непоколебимая религиозная вера.

Эта сторона жизни и деятельности князя Ухтомского была долгое время под негласным запретом, а вместе с тем без понимания единства существования Ухтомского в пространстве двух миров — мира религии и мира науки, этих двух сокровищниц человеческой мысли, невозможно полноценно понять и значение оставленного ученым наследия.

Неизменно чувствуя глубинную с родиной-народом, Ухтомский в своих духовных исканиях до конца оставался истовым приверженцем традиций и идей староправославия: великолепно знал историю и философию старообрядчества, сам писал иконы, следуя древним канонам, был знатком исконно русского знаменного церковного пения, неизменно ратовал за связь времен, за бережное сохранение остатков древнерусской культуры, в чем видел залог сохранения духовного здоровья общества и его процветания. В 1905–1918 гг. он принимал деятельное участие в жизни Санкт-Петербургского и Всероссийского единоверия: был старостой Никольского единоверческого храма, участвовал в работе Всероссийских съездов православных старообрядцев (единоверцев), Поместного собора Православной русской церкви (1917–1918). За свои взгляды и убеждения много претерпел от новой власти: дважды был арестован, и только чудом избежал расстрела. Как своеобразный внутренний вызов жесточайшим гонениям церкви со стороны нового государства в 1921 году Ухтомский тайно принял монашеский постриг под именем Алимпий, тем самым лишь закрепив то, что составляло суть и содержание его жизни и в чем он видел свою миссию на этой земле. «Я монах в миру! — признавался он самым близким. — Монах в миру не о себе, а о людях думать должен».

Глубокая религиозность ученого, пронизывающая не только его личную жизнь, но и все его творчество, стала одной из причин того, что он не мог полностью раскрыть свои взгляды в научных статьях и докладах, в которых перспективы использования принципа доминанты в других областях знаний даны были лишь в наметках, которые воспринимались современниками (да и сегодня, впрочем, тоже) как некие экстраполяции «философствующего разума», не имеющие под собой «фактологического» основания. «Небесная физиология» — так порой с некоторым пренебрежением характеризовали его гениальные прозрения в области человекознания. В них не увидели единой логики рассуждений, не узрели (или не захотели узреть) тех намеченных Ухтомским магистральных линий в изучении природы человека,

которые позволяли представить его поведение в единой целостности биологических, психологических и духовных составляющих.

Обращение Ухтомского к проблеме личности и общества, нравственных потенций человека далеко не случайно. Сейчас многими исследователями признается, что кроме чисто физиологических корней его учения о доминанте, огромную роль в новом понимании человека сыграло религиозное сознание ученого. Можно полагать, что именно воспринятые им в православии идеи о развитии человека как постоянном восхождении от низшего, природного, к высшему, духовному обусловили то, что принцип доминанты как общий, системообразующий принцип организации всех уровней взаимодействия организма с окружающей средой был положен Ухтомским в основу построения целостной концепции биосоциальной природы человека, где эволюция уровней доминанты идет от формирования низших доминант, обуславливающих возможность удовлетворения физиологических потребностей организма, до высших форм, направляющих духовную жизнь человека и общества в целом.

Но жить ему пришлось в исторически страшное, безбожное время, когда не только говорить, но и думать о подобных вещах было опасно. И в этих условиях ему приходилось использовать в своих работах иной, «эзопов», язык, чтобы так или иначе поднимать дорогие и столь важные для него проблемы духовной природы человека. Не случайно, в своем дневнике он как-то запишет, что язык богослова в науке — это язык этики. Он постоянно будет обращаться к этой сфере — и в статьях, и в лекциях и докладах он будет всегда заканчивать изложение своего видения ведущих детерминант поведения и психики человека выходом на этот высший уровень существования человека в мире. Тем самым Ухтомский неустанно подчеркивал необходимость включения духовной составляющей в общий контекст изучения природы человека, понимания человека как «духовного организма».

Вторая, и не менее значимая причина «неприятя» Ухтомского кроется в том, что в те годы имел место диктат не только политической, но и научной доктрины. Новые власти «узаконили» только одно имя и одну «правильную» (с их точки зрения!) научную доктрину — учение великого И. П. Павлова об условных и безусловных рефлексах, которое мыслилось положить в основу воспитания человека «нового типа». Внутренний же мир человека, его психическое, духовное начало было «тайной за семью печатями», а тех, кто имел смелость браться за изучение природы души, — а среди них был и Ухтомский — подвергали гласному и негласному гонению. Нет, у Ухтомского не отнимали возможность публиковать свои работы, их просто ограничивали сугубо физиологической тематикой.

Вместе с тем 30-е годы стали для Ухтомского очень плодотворными. В эти годы он активно развивает новую отрасль университетской науки и образования — физиологию труда, становится организатором первых в стране лабораторий по физиологии труда. В 1928 г. разрабатывает учение об усвоении ритма, которое явилось определяющим для понимания специфики формирования доминирующей констелляции нервных центров и в целом обеспечило прорыв в области объяснения особенностей протекания нейрофизиологических процессов в организме, в том числе связанных с трудовой деятельностью человека. Глубокие перспективы открывались и в отношении развития Ухтомским теории нелинейных колебаний в ее применении к изучению физиологических процессов, что намечало новые пути в развитии такой области, как нейрокибернетика.

Ухтомский всегда отстаивал необходимость активного творческого контакта между различными научными школами, в чем видел залог прогрессивного развития науки в целом. Глубина исторического мышления Алексея Алексеевича Ухтомского позволила ему стать подлинным летописцем русской науки. Его блестящие исторические очерки по истории развития физиологии как науки, этапах становления физиологической научной школы Санкт-Петербургского университета, статьи о выдающихся деятелях науки были не только данью привязанности к историческим изысканиям, но и долгом перед будущим поколением, своего рода его завещанием, призванным показать всю нелегкую историю исканий научной мысли и ее глубокую идейную преемственность. Ухтомский умел видеть порой скрытые от обычных глаз исследователя связи между различными областями знания, научными школами, оценить перспективы их взаимоотношений для развития общего контекста научных знаний и понимания природы человека. Он неустанно подчеркивал необходимость творческих контактов между представителями различных научных направлений: «Отношения между школами должно пониматься как сотрудничество, но не как соперничество. Соперничать нам и не в чем!»

Особенно это касалось взаимоотношения между двумя ведущими школами — школой И. П. Павлова и возглавляемой им университетской физиологической школой. Несмотря на достаточно неоднозначные отношения между ними, Ухтомский всегда высоко ценил вклад Павлова в современную науку и обосновывал перспективность творческих контактов между их школами в плане разработки проблем выявления ведущих факторов организации поведения и психики живых организмов. В 1937 г. в своей статье «Физиологический покой и лабильность как биологические факторы» Ухтомский впервые высказал свою концепцию об оперативном покое как

о состоянии, сочетающем бдительное сторожевое наблюдение за событиями в среде с готовностью к действию. В этом плане оперативный покой представлялся ему важнейшим биологическим достижением, поскольку только способность к быстрому торможению активности открывает перед организмом возможность более тщательного и детального анализа среды ради наличных потребностей.

Более того, как яркий сторонник системного, исторического подхода в науке в эти годы Ухтомский выходит на уровень общебиологического осмысления полученных в школе Павлова фактов и закономерностей, и это прежде всего коснулось классического для физиологии понятия рефлекса, который Ухтомский рассматривает в эволюционном плане, стремясь выявить сущностные механизмы, определяющие активный и адаптивный характер поведения. Буквально за десять дней до кончины он пишет тезисы своего доклада «Система рефлексов в восходящем ряду» на научной сессии, посвященной памяти Ивана Петровича Павлова, которая должна была состояться 27–28 сентября 1942 г. В этом «последнем взмахе гениального ума» Ухтомский совершенно по-новому раскрывает значение павловского наследия. Имея целью представить всю систему врожденных и приобретенных видов деятельности в виде некой универсальной схемы эволюционного развития отражательных способностей мозга, Ухтомский стремится выработать целостную системную концепцию, которая охватывала бы единым пониманием весь мир сложных явлений деятельности нервной системы. По его мнению, безусловный рефлекс в эволюционном плане не являлся, как было принято считать, базой для возникновения рефлексов условных как высшего уровня отражательной деятельности нервной системы — он некогда так же представлял собой рефлекс условный, который в ходе адаптаций, при повторении тех или иных факторов среды, был переведен стабилизирующим отбором в частично или полностью врожденные формы поведения. И этот взгляд сегодня находит свое подтверждение при рассмотрении, к примеру, врожденных основ определенных форм социального поведения.

В 30-е годы проявился и недюжинный организаторский талант Ухтомского. Признавая, что наука — это общее дело, в течение семи лет, с 1931 по 1938 гг., Ухтомский являлся Президентом Ленинградского общества естествоиспытателей и много сил отдал делу сплочения и консолидации научных сил страны. Его заслуги были оценены: в 1932 г. Ухтомский был избран членом-корреспондентом Академии наук, в том же году за научные труды удостоен премии имени В. И. Ленина. Тремя годами позже, в 1935 году, в преддверии проведения XV Международного

физиологического конгресса — первого крупного форума, который проходил в нашей стране после Октябрьской революции и который должен был стать показательным для международной научной общественности, Ухтомский был избран действительным членом Академии наук. В 1934 году Ухтомскому удалось осуществить свою заветную мечту — при университете был организован Физиологический научно-исследовательский институт, в котором он предполагал широко развернуть научные исследования и мыслил его как школу «экспериментального мастерства» для студенчества.

Но сам он понимал, что все это «признание заслуг» было скорее демонстрацией «лояльности» советской власти к «неудобному» ученому. Ему по-прежнему не было возможности открыто говорить о самом сокровенном, его письма перлюстрировались, за ним был установлен негласный надзор, писались доносы.

Но все изменила пришедшая в Россию страшная беда. С началом Великой Отечественной войны Ухтомский переключил все исследования своего коллектива на нужды обороны, руководил отправкой сотрудников и оборудования в эвакуацию. На момент начала военных действий в Ленинграде работало 12 академиков, и их как цвет научной элиты в первую очередь решено было эвакуировать. Но два из них наотрез отказались покинуть осаждаемый город и предпочли остаться здесь, с жителями и защитниками Ленинграда. Это были академик Сергей Александрович Жебелёв — филолог-классик, выдающийся специалист в области античной истории и классической филологии, питомец Санкт-Петербургского университета — он возглавлял оставшиеся в городе учреждения АН СССР. Вторым был Алексей Алексеевич Ухтомский, отвергнувший все настойчивые просьбы об эвакуации. Они выбрали свой «фронт».

Будучи уже тяжело больным, Алексей Алексеевич с удивительной стойкостью и мужеством переносил все тяготы и лишения, выпавшие на долю ленинградцев в страшные дни блокады. И при этом неустанно продолжал работать, переписывался с учениками, интересовался новостями с полей сражений, руководил работой отправленных в эвакуацию сотрудников.

Алексей Алексеевич Ухтомский скончался 31 августа 1942 г., не дожив пяти месяцев до прорыва блокады Ленинграда, и был похоронен на Волковом кладбище, на знаменитых «Литераторских мостках», где восемью месяцами ранее нашел свое последнее пристанище и Сергей Александрович Жебелёв, умерший в блокадном Ленинграде от истощения.

История, к сожалению, не всегда бывает благосклонна к первопроходцам: они во многом опережают свое время. В истории нашей отечественной мысли мы можем встретить немало имен, настоящее открытие которых и оценка их вклада в общее развитие знаний и культуры становится зримым лишь много позже — спустя годы и даже десятилетия. Среди таких имен и имя Алексея Алексеевича Ухтомского — человека неординарной судьбы, которому удалось достичь поразительного сближения практики его жизни и смысла разрабатываемых им идей.

Судьба Ухтомского по-своему глубоко трагична: его богатейшее творческое наследие долгие годы во многом оставалось для нас «за семью печатями». Но настало время, когда все его богатейшее эпистолярное наследие — письма, дневники, записные книжки, заметки на полях книг, стали доступны исследователям, благодаря чему Ухтомский предстает сегодня перед нами как крупнейший научный, религиозно-философский и социальный мыслитель XX столетия, предвосхитивший целый ряд идей комплексной науки о человеке. Более того, по мнению одного из видных российских психологов, Владимира Петровича Зинченко, психологическую физиологию (психофизиологию) в XXI столетии будет определять именно учение Алексея Алексеевича Ухтомского.

Непонятый и до конца невостребованный своим временем, сегодня Ухтомский возвращается к нам во всей полноте своих научных, философских и исторических предвидений. Он настолько обогнал свое время, что только в наши дни мы начинаем понимать всю значимость выдвинутых им идей и представлений. Возможность приложения основных научных открытий Ухтомского к различным областям естественно-научных и гуманитарных знаний столь широка, что, пожалуй, трудно выделить ту дисциплину, в которой бы идеи Ухтомского не вызвали бы научного резонанса и не могли бы претвориться в некий вектор-прогноз для дальнейших научных изысканий и открытий.

Л. В. Соколова

БИОБИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

(Составлено Л. В. Соколовой)

Издания, включающие работы А. А. Ухтомского:

- Ухтомский А. А.* Собрание сочинений. В 6 т. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1950–1962.
- Ухтомский А. А.* Доминанта. М.-Л.: Наука, 1966. 273 с.
- Ухтомский А. А.* Избранные труды / Сост. и коммент. Э. Ш. Айрапетьянца [и др.]; Под ред. акад. Е. М. Крепса. Л.: Наука, 1978. 358 с. (Классики науки).
- Ухтомский А. А.* Доминанта. СПб.: Питер, 2002. 448 с. (Серия «Психология-классика»).
- Ухтомский А. А.* Статьи и выступления разных лет. Заметки на полях. СПб.: Изд-во С.-Петербурга. ун-та, 2015. 736 с.

Издания, включающие неопубликованные ранее работы

А. А. Ухтомского, а также материалы эпистолярного наследия ученого (письма, дневники, записные книжки, заметки на полях книг):

- Ухтомский А. А.* Исторический очерк преподавания физиологии в Петроградском университете // Вестник Ленингр. ун-та. 1984, № 21. С. 15–24. (Полностью опубликована в кн.: Ухтомский А. А. Статьи и выступления разных лет. Заметки на полях. СПб.: Изд-во С.-Петербурга. ун-та, 2015. С. 159–174.)
- «И свет во тьме светит» (из архивных материалов А. А. Ухтомского) // Свободная мысль, 1992, № 2. С. 28–66.
- Ухтомский А. А.* Из неопубликованного наследия // Знамя, 1993, № 10. С. 126–139.
- Ухтомский А. А.* Живое предание (Материалы архива) // Религиозно-философский журнал «Начала», 1993, № 3. С. 52–67.
- Ухтомский А. А.* Духовное зрение. Ч. 1 (Сокровища духовного опыта. Из архивных материалов А. А. Ухтомского) // Психологический жур-нал. 1994. Т. 15, № 2. С. 135–152.
- Ухтомский А. А.* Духовное зрение. Ч. 2 (Сокровища духовного опыта. Из архивных материалов А. А. Ухтомского) // Психологический жур-нал. 1994. Т. 15, № 3. С. 122–141.
- Ухтомский А. А.* Об инстинктах (из архивных материалов А. А. Ухтомского) // Журн. высш. нервн. деят. 1994. Т. 44, вып. 4–5. С. 873–885

(См. также: *Ухтомский А. А.* Статьи и выступления разных лет. Заметки на полях. СПб.: Изд-во С.-Петербурга. ун-та, 2015. С. 262–273).

- Ухтомский А. А.* Космологическое доказательство Бытия Божия (из архивных материалов А. А. Ухтомского) // Русь, 1995. № 1. С. 28–43 (фрагменты канд. дис. 1898 г.; Полную публикацию см.: *Ухтомский А. А.* Статьи и выступления разных лет. Заметки на полях. СПб.: Изд-во С.-Петербурга. ун-та, 2015. С. 64–101).
- Ухтомский А. А.* Интуиция совести: Письма. Записные книжки. Заметки на полях. СПб.: Петербургский писатель, 1996. 528 с.
- Ухтомский А. А.* Доминанта и активность поведения (из архивных материалов А. А. Ухтомского) / Принцип доминанты и адаптивное поведение (Нервная система. Вып. 32). СПб.: изд-во С.-Петербурга. ун-та., 1996. С. 3–29.
- Ухтомский А. А.* Заслуженный собеседник: Этика. Религия. Наука. Рыбинск: Рыбинское подворье, 1997. 569 с.
- Ухтомский А. А.* Доминанта души: Из гуманитарного наследия. Рыбинск: Рыбинское подворье, 2000. 606 с.
- Ухтомский А. А.* Лицо другого человека: Из дневников и переписки. СПб.: Изд-во Ивана Лимбаха, 2008. 664 с.

Работы о жизни и деятельности А. А. Ухтомского (представлено последовательно по годам издания):

- Меркулов В. Л.* Алексей Алексеевич Ухтомский: Очерк жизни и научной деятельности (1875–1942). М. — Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 315 с.
- Айрапетьянц Э. Ш., Голиков Н. В., Ананьев Б. Г.* Академик Алексей Алексеевич Ухтомский: К 90-летию со дня рождения. М.-Л.: Наука, 1965. 63 с.
- Аршавский И. А.* А. А. Ухтомский: к 90-летию со дня рождения // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. Серия «Биология». 1965. Вып. 3, № 15. С. 5–14.
- Айрапетьянц Э. Ш.* Алексей Алексеевич Ухтомский. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1969. 64 с.
- К 100-летию со дня рождения академика Алексея Алексеевича Ухтомского: Сборник речей, докладов / Под ред. Э. Ш. Айрапетьянца. Л.: Изд. Ленингр. ун-та, 1975. 109 с. (Статьи Э. Ш. Айрапетьянца, Н. В. Голикова, Б. Г. Ананьева, Ю. М. Уфлянда, В. С. Русинова, И. А. Аршавского).
- Айрапетьянц Э. Ш.* Жизнь и творчество А. А. Ухтомского (к 100-летию со дня рождения) // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 1975. Т. 11, № 3. С. 213–217.

Айрапетьянц Э. Ш., Голиков Н. В. Основоположник физиологической школы Ленинградского университета: к 100-летию со дня рождения Алексея Алексеевича Ухтомского // Вестник Ленинградского университета. Сер. Биология. 1975. № 9, Вып. 2. С. 7–12.

Меркулов В. Л. Счастье искателя истины: Алексей Алексеевич Ухтомский. К 100-летию со дня рождения // Природа. 1975. № 9. С. 18–35.

Механизмы доминанты: материалы симпозиума, посвящ. 90-летию акад. А. А. Ухтомского. 27–28 дек. 1965 г. [Отв. ред. Э. Ш. Айрапетьянц]. Л.: Наука. 1967. 151 с.

Ариавский И. А. Роль А. А. Ухтомского в создании системного принципа в физиологии // Физиологические научные школы в СССР: очерки. Л.: Наука, 1988. С. 178–186.

А. А. Ухтомский в воспоминаниях и письмах / Сост. Ф. П. Некрылов. Под ред. А. С. Батуева и Л. В. Соколовой. СПб.: Изд. С.-Петерб. ун-та, 1992. 205 с.

Кузьмичев И. С. А. А. Ухтомский и В. А. Платонова: Эпистолярная хроника. СПб: журнал «Звезда», 2000. 192 с.

Соколова Л. В. «Трудно воспитать и поставить на ноги мысль». А. А. Ухтомский / Знаменитые универсанты. Очерки о питомцах Санкт-Петербургского университета (Золотая книга). Т. 1, СПб.: изд-во С.-Петербурга, ун-та, 2002. С. 326–342.

Соколова Л. В. Алексей Алексеевич Ухтомский (1875–1942): к 130-летию со дня рождения // Психологический журнал. 2005. Т. 24, № 6. С. 121–124.

Соколова Л. В. Дороги судьбы / Л. В. Соколова. А. А. Ухтомский и комплексная наука о человеке. СПб.: Изд-во С.-Петербурга, ун-та, 2010. С. 21–93.

Sokolova L. V. On the Legacy and Life of Academician Alexei A. Ukhtomsky / Anticipation: Learning from the Past: The Russian/Soviet Contributions to the Science of Anticipation / M. Nadin (ed). Springer International Publishing Switzerland, 2015. P. 113–136.

Соколова Л. В. Нить Ариадны: жизнь и судьба академика Алексея Алексеевича Ухтомского (1875–1942) / А. А. Ухтомский. Статьи и выступления разных лет. Заметки на полях. СПб.: Изд-во С.-Петербурга, ун-та, 2015. С. 11–40.

Ариавский И. А. Мы все равноправны друг перед другом (воспоминания об А. А. Ухтомском. Смысл и судьба доминанты нравственности). Рига: Педагогический центр «Эксперимент», 2002. 288 с.

Резник С. Е. Против течения. Академик Ухтомский и его биограф: документальная сага с мемуарным уклоном. СПб.: Алетейя, 2015. 364 с.

Николаев Н. И. Академик князь А. А. Ухтомский как деятель и мыслитель старообрядчества // Труды Отдела древнерусской литературы. Т. 64. СПб.: Росток, 2016. С. 576–586.

Память сердца: Альбом к 150-летию со дня рождения Алексея Алексеевича Ухтомского / Авторы-составители Л. В. Соколова, Н. И. Колева. Рыбинск: АНО «Студия „Другое небо“», 2025. 50 с.

Живое знание: Этика. Религия. Наука. К 150-летию со дня рождения Алексея Алексеевича Ухтомского (1875–1942) (коллективная монография). Ярославль: Изд. ЯрГПУ, 2025 (в печати).

Работы, оценивающие вклад А. А. Ухтомского в различные области человекознания:

Ариавский И. А. Роль А. А. Ухтомского в создании теоретических предпосылок для исследований физиологических механизмов индивидуального и филогенетического развития / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 85–130.

Батуев А. С., Кругликов Р. И. Роль А. А. Ухтомского в разработке фундаментальных проблем физиологии и в становлении современного физиологического мышления / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. 3–227.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Становление, особенности развития и влияние на физиологию школы А. А. Ухтомского / Физиологические научные школы в СССР: Очерки / Под ред. Н. П. Бехтеревой. Л.: Наука, 1988. С. 171–178.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Концепция человека и психофизиология доминанты / Программирующая деятельность мозга человека (Нервная система. Вып. 31), 1992. С. 6–50.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Взгляды И. С. Бериташвили на психонервную деятельность и принцип доминанты // Физиол. журн. СССР, 1993. Т. 79, № 7. С. 123–129.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Мадридская речь И. П. Павлова и психофизиология доминанты // Физиол. журн. СССР, 1993. Т. 79, № 5. С. 3–13.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Идеи А. А. Ухтомского о природе человека // Журн. высш. нервн. деят., 1993. Т. 43, № 1. С. 3–22.

Батуев А. С., Соколова Л. В. О соотношении биологического и социального в природе человека // Вопросы психологии». 1994, № 1. С. 81–92.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Учение о доминанте как теоретическая основа формирования системы «мать-дитя» // Вестник С.-Петерб. ун-та. 1994. Сер. 3, вып. 2. С. 85–102.

(Батуев А. С., Соколова Л. В.) *Batuev A. S., Sokolova L. V. A. A. Ukhtomskii's Ideas on the Nature of Man // Neuroscience and Behaviorsl Physiology.* 1994. V. 24, N 2. P. 173–185.

(Батуев А. С., Соколова Л. В.) *Batuev A. S., Sokolova L. V. A. A. Ukhtomskii on Human Nature // J. of Russian East European Psychology.* 1994. V. 32, N 1. P. 13–45.

Батуев А. С., Соколова Л. В. А. А. Ухтомский и русская культура // Росс. физиол. журн. 1999. Т. 85, № 5. С. 706–708.

Батуев А. С., Соколова Л. В. А. А. Ухтомский и И. П. Павлов: спор или диалог? // Журн. высш. нервн. деят. 2000. Т. 50, вып. 4. С. 581–586.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Учение о доминанте и ранний онтогенез человека // Ж. эвол. биох. и физиол. 2000. Т. 36, № 5. С. 478–488.

Батуев А. С., Соколова Л. В. Экология духа // Человек. 2000. № 5. С. 148–167.

Батуев А. С., Соколова Л. В. От физиологии высшей нервной деятельности к психофизиологии человека / Мозг. Поведение. Психика (Нервная система. Вып. 35). 2001. С. 8–37.

Батуев А. С., Соколова Л. В. От физиологической теории к психологическим фактам // Журн. высш. нервн. деят. 2003. Т. 53, № 3. С. 329–340.

Вострецова Л. Н. А. А. Ухтомский и искусство // Художественное творчество: вопросы комплексного изучения / сост. Б. С. Мейлах. Л.: Наука, 1982. С. 126–132.

Голиков Н. В. Академик А. А. Ухтомский и его важнейшие открытия // Успехи физиологических наук. 1975. Т. 6, № 3. С. 3–22.

Грекова Т. И. Значение идей А. А. Ухтомского для развития отечественной хронобиологии / Физиологические научные школы в СССР: очерки. Л.: Наука, 1988. С. 186–193.

Доминанта и условный рефлекс [Материалы конф., янв. 1985 г.] Отв. ред. П. П. Симонов. М.: Наука, 1987. 175 с.

Ждан А. Н. Вклад А. А. Ухтомского в человекознание // Вопросы психологии. 2017. № 3. С. 137–148.

Зинченко В. П. Вклад А. А. Ухтомского в психологическую физиологию: к 125-летию со дня рождения // Вопросы психологии. 1995. № 5. С. 79–80.

Зинченко В. П. Гипотеза о происхождении учения А. А. Ухтомского о доминанте // Человек. 2000. № 3. С. 5–20.

Зинченко В. П. Алексей Алексеевич Ухтомский и психология (к 125-летию со дня рождения) // Вопросы психологии. 2000. № 4. С. 79–97.

Зинченко В. П. Алексей Алексеевич Ухтомский и психология // Стиль мышления: проблема исторического единства научного знания. К 80-летию Владимира Петровича Зинченко / Ред. Т. Г. Щедрина. М.: Росспен, 2011. С. 230–271.

Котляр Б. И., Тимофеева Н. О. Проблема состояний мозга в свете идей А. А. Ухтомского и данных современной нейрофизиологии / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 203–217.

Крыжановский Г. Н. О доминанте и детерминанте как принципах нервной деятельности / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 181–202.

Мазилев В. А. А. А. Ухтомский и будущее психологии // Наследие А. А. Ухтомского в свете современных проблем изучения и развития человека (145-летие А. А. Ухтомского и 30-летие Мемориального дома-музея академика А. А. Ухтомского). Сборник материалов XIII-й межрегиональной конференции. Ярославль, 2021. С. 31–88.

Симонов П. В. Доминанта Ухтомского: к 125-летию со дня рождения академика // Вестник Российской академии наук. 2000. Т. 70, № 5. С. 425–428.

Мазилев В. А. И. П. Павлов и А. А. Ухтомский: два гения русской физиологии — взгляд на психологию // Человеческий фактор: Социальный психолог. 2024. № 2 (50). С. 76–89.

Матюшкин Д. П. Механизм доминирования нервного центра и некоторые смежные вопросы современной нейрофизиологии / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 240–254.

Меркулов В. Л. О влиянии Ф. М. Достоевского на творческие искания А. А. Ухтомского // Вопросы философии. 1971. № 11. С. 116–121.

Методология аксиологического подхода к изучению русской словесности А. А. Ухтомского и Д. И. Чижевского: коллективная монография / под ред. Е. А. Фёдоровой. СПб.: Изд. РХГА, 2024. 540 с.

Николаев Н. И. Печатный Пролог с записями А. А. Ухтомского из собрания М. С. Лесмана // Труды Отдела древнерусской литературы. 1996. Т. 50. С. 817–824.

Николаев Н. И. Академик Князь А. А. Ухтомский и история древнерусской литературы // Книги и книжная культура в Западной Европе и России до начала Нового времени: Сборник в честь Александра Хаимовича

- Горфункеля. М.; СПб.: Петроглиф, Центр гуманитарных инициатив, 2019. С. 584–602.
- Охнянская Л. Г., Мишин В. П., Спектор Э. Л. А. А. Ухтомский и развитие идей теории нелинейных колебаний в области физиологии С. 60–84.
- Павлова Л. П. Принцип доминанты и его современное развитие в области психофизиологии деятельности человека. С. 263–292.
- Павлова Л. П. Доминанты деятельного мозга человека. Системный психофизиологический подход к анализу ЭЭГ. СПб.: Информ-Навигатор, 2017. 432 с.
- Развитие учения А. А. Ухтомского в современной российской физиологии и психологии: Сб. статей / Под ред. И. Е. Кануникова. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2000. (Нервная система; Вып. 36). 194 с.
- Ройтбак А. И. А. А. Ухтомский и И. С. Беритов / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 255–262.
- Русинов В. С. А. А. Ухтомский и учение о доминанте, стационарной активности / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 131–166.
- Симонов П. В. Роль доминанты и условного рефлекса в организации поведения // Доминанта и условный рефлекс [Материалы конф., янв. 1985 г.] / АН СССР, Ин-т высш. нерв. деятельности и нейрофизиологии; Отв. ред. П. В. Симонов. Москва: Наука, 1987. С. 152–168.
- Симонов П. В. Память, эмоции и доминанта / Гагрские беседы. Т. 7: Нейрофизиологические основы памяти. [Материалы конф.] / Ред. Т. Ониани. Тбилиси, 1979. С. 358–377.
- Симонов П. В. Взаимодействие доминанты и условного рефлекса как функциональная единица организации поведения // Успехи физиологических наук. 1983. Т. 14, № 3. С. 14–24.
- Симонов П. В. Поисково-творческая роль доминанты в рефлекторной деятельности мозга: эволюционный подход / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Кругликова, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 167–180.
- Симонов П. В. А. А. Ухтомский и природа человеческого «Я» // Журн. высш. нервн. деят. 1991. Т. 41. Вып. 1. С. 3–8.
- Симонов П. В. Доминанта и нейродарвинизм // Журн. высш. нервн. деят. 1993. Т. 43, вып. 4. С. 765–769.

- Симонов П. В. Доминанта Ухтомского: К 125-летию со дня рождения академика А. А. Ухтомского // Вестник Российской академии наук. 2000. Т. 70, № 5. С. 425–432.
- Соколова Л. В. Взгляды А. А. Ухтомского на соотношение временного и пространственного факторов (хронотопа) в деятельности нервной системы / А. А. Ухтомский и современная нейрофизиология. Л.: Наука, 1990. С. 46–59.
- Соколова Л. В. Идеи А. А. Ухтомского о соотношении временного и пространственного факторов в деятельности нервной системы // Россий. физиол. журн. им. Сеченова. 2000. Т. 86, № 8. С. 946–952.
- Соколова Л. В. А. А. Ухтомский о биосоциальной природе человека (к 130-летию со дня рождения (1875–1942)) // Психологический журнал. 2005. Т. 26, № 6. С. 108–110.
- Соколова Л. В. Из истории становления комплексной науки о человеке (учение А. А. Ухтомского о биосоциальной природе человека) // Психологический журнал. 2008. Т. 29, № 5. С. 101–111.
- Соколова Л. В. А. А. Ухтомский и комплексная наука о человеке. СПб.: Изд. С.-Петерб. ун-та, 2010. 315 с.
- Соколова Л. В. А. А. Ухтомский и современность: роль образа в формировании биосоциокультурного пространства человека // Психология образования в поликультурном пространстве. 2012. Т. 4, № 20. С. 146–161. (Соколова Л. В.) Sokolova L. V. The origins of Russian cognitive psychophysiology / Russian Cognitive Neuroscience: Historical and Cultural Context. / In Chris Forsythe et al. (Eds.) N.Y.: CreateSpace Independent Publishing, 2015. P. 3–28.
- Соколова Л. В. Ноздрачев А. Д. Становление физиологии в Санкт-Петербургском университете (к 190-летию со дня рождения И. М. Сеченова) // Успехи физиологических наук. 2019. Т. 50, № 3. С. 65–82.
- Соколова Л. В. Комплексный подход к изучению механизмов и принципов формирования целенаправленного поведения в норме и патологии: теория доминанты А. А. Ухтомского и информационная теория П. В. Симонова / Каменская В. Г., Соколова Л. В. Экспертиза рисков аддикций у современных подростков: теоретические и экспериментальные обоснования: монография. Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина. 2024. С. 100–139.
- Соколова Л. В. «Природа наша делаема»: к 150-летию со дня рождения А. А. Ухтомского // Природа, 2025 (в печати)
- Соколова Л. В., Александров А. А. История развития представлений о мозговых механизмах обеспечения когнитивной деятельности

и формирования целенаправленного поведения в физиологической научной школе Санкт-Петербургского университета // Вестник психофизиологии. 2022. № 4. С. 61–76.

Судаков К. В. Доминанта целенаправленного поведенческого акта. С. 218–239. Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Крутликowa, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. 310 с.

Филиппова Э., Тодес Д. Молитва как парадигма: Алексей Ухтомский, доминанта и психофизиология спасения // Историко-биологические исследования. 2023. Т. 15. № 1. С. 7–60.

Хализев В. Е. Учение А. А. Ухтомского о доминанте и ранние работы М. М. Бахтина // Бахтинский сборник. Вып. 2: Бахтин между Россией и Западом / отв. ред. Д. Куюнджич, В. Л. Махлин. М.: Наука, 1991. С. 70–86.

Хализев В. Е. Нравственная философия Ухтомского // Новый мир. 1998. № 2. С. 222–229.

Хализев В. Е. Интуиция совести (теория доминанты А. А. Ухтомского в контексте философии и культурологии XX века) / Евангельский текст в русской литературе XVIII–XX веков: цитата, реминисценция, мотив, сюжет, жанр: сборник научных трудов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. Вып. 3. С. 21–42.

Ярошевский М. Г. Социально-философские проблемы науки и человека: к 100-летию со дня рождения А. А. Ухтомского // Вопросы философии. 1975. № 5. С. 119–132.

Ярошевский М. Г. А. А. Ухтомский и проблема мотивации поведения: к 100-летию со дня рождения А. А. Ухтомского // Вопросы психологии. 1975. № 3. С. 3–17.

Ярошевский М. Г. А. А. Ухтомский и проблема мотивации поведения / Учение А. А. Ухтомского о доминанте и современная нейрофизиология: Сб. научн. трудов / Под ред. А. С. Батуева, Р. И. Крутликowa, М. Г. Ярошевского. Л.: Наука, 1990. С. 28–45.

СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ



Компания ООО ВетКормТорг является мировым лидером по производству кормов, подстил для лабораторных животных, клеток и стеллажей для содержания лабораторных животных, ветеринарных столов для ветеринарии, ветеринарных столов для УЗИ процедур, хирургических ветеринарных столов, ветеринарных клеток для стационаров, беговых дорожек для собак, водных беговых дорожек для собак, ветеринарных хирургических светильников.



Мы — BioinnLabs, решаем проблемы лабораторий разумно и быстро, разбираемся в том, что поставляем, и в первую очередь заботимся о ваших интересах. Если все будет хорошо у вас, то будет хорошо и у нас



ООО «НПК Открытая Накка»: производство лабораторного оборудования и программного обеспечения для исследований в области поведенческой нейронауки, в том числе для доклинических испытаний лекарственных препаратов.

Научное издание

**Всероссийская научная конференция
ИМПЕРАТИВ АКАДЕМИКА А. А. УХТОМСКОГО —
МОЗГ И ЕГО САМОПОЗНАНИЕ**

Сборник тезисов и материалов конференции

Подписано в печать XX.04.2025. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 11,39. Тираж 200 экз. Заказ __

Отпечатано в типографии ФГБОУВО «СПбГУПТД»
191028, Санкт-Петербург, ул. Моховая, д. 26