

М.Ю. Ярец¹, Г.Н. Болдырева¹, Е.В. Шарова¹, О.С. Зайцев²

АНАЛИЗ СИСТЕМНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ФУНКЦИЙ В НОРМЕ И ПРИ ОПУХОЛЕВОМ ПОРАЖЕНИИ ПРАВОЙ ЛОБНОЙ ДОЛИ НА МОДЕЛИ ЗАДАЧИ СЧЕТА

¹ Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

² НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко Минздрава РФ, Москва
e-mail: Marya.yarets@yandex.ru

DOI:10.18454/ASY.2018.12.96.001

Исследование посвящено сравнительному анализу топографических изменений функциональной коннективности мозга (по показателям когерентности ЭЭГ) в задаче обратного счета у пациентов с опухолью правой лобной доли в сравнении со здоровыми людьми. Ранее нами было обосновано использование данной задачи для оценки состояния управляющих функций. Проведено сопоставление структуры нейropsychологического дефекта УФ больных и паттерна ЭЭГ ответов. Показана связь характера топографии когерентности ЭЭГ в задаче обратного счета с особенностями общемозговых и локальных изменений паттерна фоновой ЭЭГ.

Ключевые слова: управляющие функции, лобные доли, ЭЭГ, когерентность, счет.

M.Y. Yarets¹, G.N. Boldyreva¹, E.V. Sharova¹, O.S. Zaytsev²

ANALYSIS OF SYSTEMIC ORGANIZATION OF EXECUTIVE FUNCTIONS IN NORMAL AND IN PATIENTS WITH TUMOR LESIONS OF THE RIGHT FRONTAL LOBE ON THE ACCOUNT TASK MODEL

Keywords: executive functions, frontal lobes, EEG, coherence, counting

Введение

Анализ структурно-функциональной организации управляющих функций (executive functions) как комплекса процессов, осуществляющих инициацию, планирование, регуляцию и контроль любой целенаправленной деятельности [3; 6, 7], относится к числу актуальных направлений нейрофизиологии. Функции программирования, регуляции и контроля целенаправленного поведения связывают прежде всего с активностью префронтальных

отделов лобных долей головного мозга [4]. Ранее нами показана информативность теста «обратный счет в уме» как модели для комплексного фМРТ-ЭЭГ изучения структурно-функциональной обеспечения управляющих функций (УФ), а также ряд особенностей их системной организации у здоровых людей [5]. Установлена также информативность когерентности ЭЭГ, изменения топографии которой при выполнении данной задачи наиболее приближены к фМРТ-ответу (рис. 1).

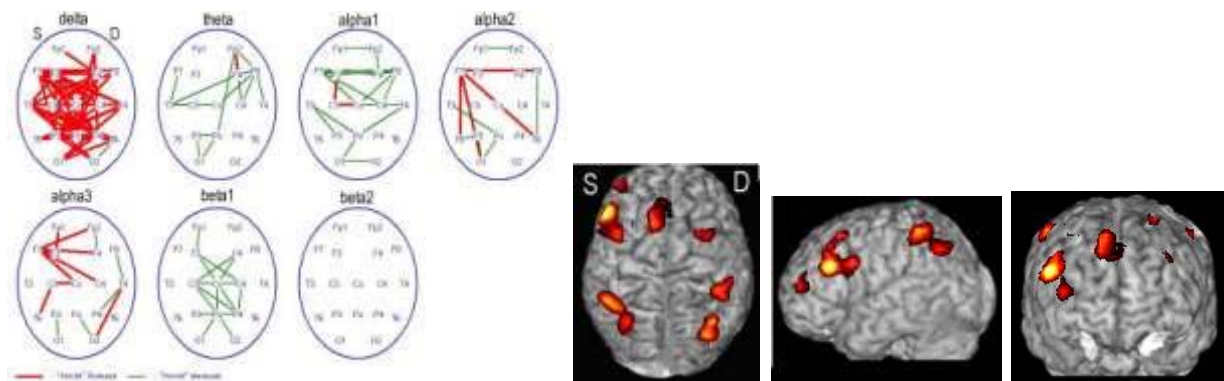


Рис. 1. Сопоставление топографии фМРТ и ЭЭГ ответа при задаче обратный счет в уме у здоровых людей

- I. Изменения когерентности ЭЭГ по диапазонам физиологических ритмов при выполнении задачи обратного счета в уме в группе здоровых испытуемых ($n=8$). Красные линии – достоверное усиление, зеленые – снижение когерентности в сравнении с фоном ($p<0.05$).
- II. Характерные особенности фМРТ-ответа мозга здорового человека при выполнении задачи обратного счета в уме. Пример конвекситального коркового ответа.

Настоящее исследование направлено на выявление вклада правой лобной доли в реализацию УФ.

Задачи работы: 1) анализ ЭЭГ ответов при выполнении теста «обратный счет в уме» у больных с опухолевым поражением правой лобной доли; 2) сопоставление полученных данных а) со структурой нейропсихологического дефекта УФ, б) особенностями паттерна ЭЭГ, в) нормативными данными.

Методика

Основную группу наблюдений составили 11 пациентов (21-45 лет) с опухолью правой лобной доли, верифицированной на основе методов нейровизуализации на базе

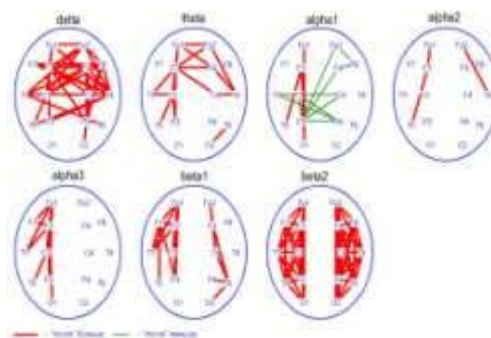
НИИ нейрохирургии им. акад.Н.Н.Бурденко. Группа контроля – 8 здоровых испытуемых (в возрасте 21-30 лет). Состояние УФ у пациентов оценивали на основе комплексного нейропсихологического обследования [4]. ЭЭГ регистрировали по 18 каналам, монополярно, относительно ушных референтных электродов, с закрытыми глазами, в фоне и обратном счете в уме (от 100 по 7). Частота квантования – 100 Гц, полоса пропускания – 0.3–35 Гц. У каждого испытуемого проводили визуальную оценку паттерна ЭЭГ, а также спектрально-когерентный анализ полутораминутных безартефактных реализаций фона и

функциональной пробы на базе программно-вычислительного комплекса “Нейрокартограф” (МБН, Россия). Когерентности (Ког ЭЭГ) рассчитывали для всех возможных сочетаний пар отведений по диапазонам физиологических ритмов: дельта, тета, альфа1 (7.7-8.6Гц), альфа2 (9-10.2Гц), альфа3 (10.5-12.5Гц), бета1 (12.9-20.7Гц), бета2(21.1-30.1Гц). Достоверность изменений КогЭЭГ при функциональной пробе «счет в уме» по отношению к фону определяли на основе непараметрического критерия Манна–Уитни [2].

Результаты и обсуждение

Анализ топографии функциональных связей (КогЭЭГ) по всей группе пациентов с опухолью правой лобной доли выявил следующие особенности ЭЭГ ответа

в сравнении с нормой (рис.1, I): 1) смещение левополушарного компонента ответа (в форме усиления когерентных связей) из альфа3 и 2 в тета- и альфа1 диапазоны; 2) большая распространенность левостороннего ответа в пределах полушария; 3) отсутствие изменений когерентности справа в пораженном полушарии (“ареактивность”) в альфа-3 диапазоне. Эти изменения указывают на большую «нагрузку» на «здоровое» левое полушарие при “сниженной работоспособности” пораженного правого. Наблюдается также обеднение межполушарных ЭЭГ-реакций, связываемых с состоянием регуляторных систем мозга разного уровня [1], особенно на высоких частотах.



II.

(a)

(б)

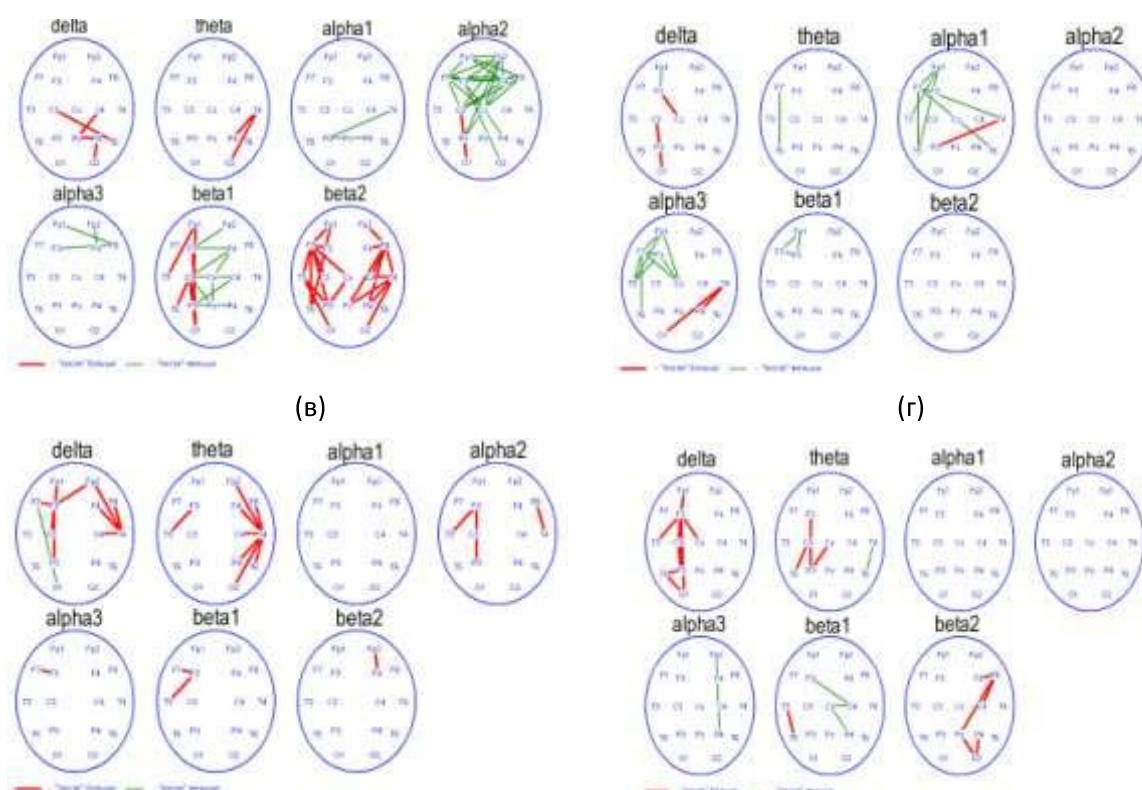


Рис. 2. Особенности пространственной организации КогЭЭГ по диапазонам физиологических ритмов у пациентов с опухолью правой лобной доли при выполнении пробы «обратный счет в уме» в сравнении с фоном.

I – по всей группе наблюдений. Красные линии – достоверное усиление, зеленые – ослабление когерентных связей в сравнении с фоном ($p < 0,05$).

II – у пациентов с разными типами фоновой ЭЭГ:

- а) без грубых изменений, с сохранным альфа-ритмом ($n=2$);
- б) с наличием эпилептиформных комплексов ($n=2$);
- в) с резко сниженным уровнем биоэлектрической активности и ирритативными изменениями ($n=3$);
- г) с очаговой медленноволновой активностью в зоне опухоли ($n=4$).

Типы ЭЭГ представлены последовательно в соответствии со степенью усиления выраженности общемозговых изменений.

Красные линии – достоверное усиление, зеленые – ослабление когерентных связей в сравнении с фоном ($p < 0,001$).

Нейропсихологический анализ состояния УФ у обследованных пациентов показал значительную вариативность как числа, так и степени индивидуальных нарушений. У трех пациентов они не выявлялись, у одного оно проявлялось нарушением лишь

одной функции, у остальных семи имело место сочетание двух и более нейропсихологических симптомов. При этом на первый план выступали следующие нарушения УФ и когнитивной сферы: 1) программирования произвольной деятельности ($n=3$); 2) нарушения операциональной стороны

мышления (n=4); 3) снижение контроля за произвольной психической деятельностью и критики к ошибкам (n=6); 4) патологическая тормозимость следов памяти (n=4, включая пациента с единичным когнитивным нарушением). Комплексный характер нарушений УФ затруднял анализ ЭЭГ по этому признаку.

Индивидуальный визуальный анализ фоновой ЭЭГ обследованных больных позволил разделить все наблюдения на 4 группы: а) паттерн ЭЭГ без изменений, с сохранным альфа-ритмом (n=2); б) с наличием эпилептиформных комплексов (n=2); в) с резким снижением уровня биоэлектрической активности и ирритативными изменениями, отражающими признаки дисфункции базальных структур мозга (n=3); г) с очаговой медленноволновой активностью в зоне опухоли (n=4).

Соответствия между количеством и характером нейропсихологических нарушений и типом ЭЭГ больных не было выявлено. Так, у пациентов практически нормальным паттерном ЭЭГ присутствовали выраженные нарушения психических функций, а в группе с «очаговым» типом ЭЭГ и наиболее выраженными общими изменениями, нейропсихологические нарушения

могли отсутствовать. Только у одного пациента наиболее явные патологические изменения ЭЭГ сопровождались грубыми нарушениями УФ.

По этой причине особенности топографии КогЭЭГ в тесте “обратный счет в уме” у пациентов с опухолью правой лобной доли были проанализированы в связи с выявленными особенностями паттерна ЭЭГ (рис. 2). Так, у пациентов с сохранным паттерном фоновой ЭЭГ (рис. 2, II а) ответы КогЭЭГ характеризуются ослаблением, по сравнению со здоровыми людьми, реактивности дельта-диапазона, усилением медленноволновых (дельта, тета) связей по задним отделам правой гемисферы, патологической билатеральной гиперсинхронизацией в бета-2 диапазоне – при одновременной недостаточности межполушарных взаимодействий. Вместе с тем, в сравнении с другими типами ЭЭГ, в данной подгруппе зарегистрировано при счете наибольшее число изменяющихся межполушарных связей, в особенности в альфа-2 и бета-1 диапазонах ритмов, что приближает характер реагирования к нормативному.

У пациентов с наличием в фоновой ЭЭГ эпилептиформных комплексов (рис. 2, IIб) обращает на себя внимание в целом

обедненность изменений КогЭЭГ по всем диапазонам ритмов с преобладанием неспецифической активации (снижение когерентности) в левом здоровом полушарии. Наблюдается также ареактивность в альфа-2 диапазоне, играющем ключевую роль в ЭЭГ ответе нормы. Изменения межполушарных связей представлены лишь единичными диагональными КогЭЭГ в альфа1 и альфа3 диапазонах.

В двух других подгруппах с более грубыми общими нарушениями ЭЭГ (рис. 2, II в, г) снижение КогЭЭГ при счете практически не выражено. У пациентов с ирритативными изменениями паттерна ЭЭГ (рис. 2, IIв) обращает на себя внимание усиление функциональных связей правых височных отделов с другими областями мозга в дельта и тета-диапазонах, отражая большую реактивность правого («больного») полушария мозга, а не левого, как в норме. Реактивность КогЭЭГ более высоких частотных диапазонов снижена. В группе больных с наиболее грубыми общими нарушениями, а также выраженной очаговой медленноволновой активностью (рис. 2, IIг) при счете в уме наблюдается усиление КогЭЭГ в медленноволновых (дельта, тета) диапазонах ритмов в левом («здоровом») полушарии, а в бета2 – в правом («больном»). Альфа-1 и

альфа-2 диапазоны ареактивны, изменения межполушарных КогЭЭГ не выражены.

Полученные данные позволяют предположить, что в зависимости от характера общих и степени локальных нарушений ЭЭГ, можно говорить о различиях перестроек функциональных связей для обеспечения выполнения задачи с вовлечением УФ. К числу наиболее значимых факторов, исходя из наблюдений, можно отнести 1) выраженность реактивности межполушарных связей (в более «сохранной» группе она более выражена, при патологии – обеднена или отсутствует); 2) реакция десинхронизации, т.е. снижение КогЭЭГ по сравнению с фоном (больше проявлена в «сохранной» группе и меньше – в группах с грубыми общими нарушениями); 3) степень ареактивности альфа-ритма (в норме – альфа-2 и альфа-3 поддиапазоны являются «рабочим» ритмом при выполнении задачи; при патологии их реактивность существенно нарушается в зависимости от степени общемозговых изменений).

Заключение

В результате данного пилотного исследования выявлены разнонаправленные функциональные перестройки ЭЭГ при выполнении задачи с вовлечением УФ у больных с разной

степенью выраженности общемозговых нарушений при опухолевой патологии правого полушария мозга. Для получения более надежных данных планируется проведение дальнейшего исследования по предложенной экспериментальной схеме на большем количестве больных.

Работа выполнена в рамках госзадания ИВНД и НФ РАН, при поддержке Гранта РФФИ 16-29-08255 (офи-м).

Литература

1. Болдырева Г.Н. Нейрофизиологический анализ поражения лимбико-диэнцефальных структур мозга человека» (второе дополненное издание). Краснодар. Изд-во «Экоинвест». 2009. 231с.
2. Воронов В.Г., Щекутьев Г.А., Гриндель О.М. Пакет программ для статистического сравнения записей ЭЭГ. Материалы международной конференции "Клинические нейронауки: нейрофизиология неврология, нейрохирургия", Украина, Крым, Гурзуф, июнь, 2003. 22 – 24.
3. Купцова С.В., Иванова М.В., Петрушевский А.Г., Федина О.Н., Жаворонкова Л.А. ФМРТ-исследование переключения зрительного внимания у здоровых людей. Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2015. 65 (1): 61–71.
4. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2002.
5. Ярец М.Ю., Шарова Е.В., Смирнов А.С., Погосбекян Э.Л., Болдырева Г.Н., Зайцев О.С., Ениколопова Е.В. Анализ структурно-функциональной организации задачи счета в контексте исследования управляющих функций. Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. 2018. 68 (2): 176–189.
6. Diamond A. Executive functions. Annual Review of Psychology. 2013. 64: 135 –168.
7. Miyake A, Friedman N., Emerson M., Witzki A., Howerter A., Wager T. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. Cognitive Psychology. 2000. 41: 49–100.