

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Кайда Анны Ивановны

«СЕНСОМОТОРНЫЕ РИТМЫ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ У ДЕТЕЙ
И ПОДРОСТКОВ: ОСОБЕННОСТИ РЕАКТИВНОСТИ И СВЯЗИ С
ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 03.03.01 – физиология

Представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук работа Анны Ивановны Кайда представляет собой законченное научное исследование, посвященное актуальной научной проблеме, важной также и в практическом отношении. В работе представлены результаты изучения реакции сенсомоторных ритмов в ответ на собственные двигательные действия испытуемых и наблюдение действий. Следует отметить, что в отечественной нейрофизиологии и психофизиологии сенсомоторные ритмы – не самый популярный предмет исследования, тем более, когда речь идет об исследовании сенсомоторных ритмов в восходящем онтогенезе. Уже одно это обстоятельство делает представленное диссертационное исследование весьма актуальным. Во-первых, особенно важно пополнять наше понимание работы мозга в тех направлениях, которые оказались по какой-либо причине недостаточно исследованы, а во-вторых, отечественной науке требуются эксперты — носители знаний по всем направлениям, а не только по наиболее популярным. Между тем, изучение сенсомоторных ритмов отнюдь не является какой-то экзотикой. С точки зрения современных теоретических представлений моторные процессы находятся, как минимум, в тесной связи (а с точки зрения ряда моделей – даже лежат в основе) с процессами восприятия и контроля (управляющие функции).

Не менее важно выполненное исследование и в практическом плане: изменения сенсомоторных ритмов наблюдаются в неврологической клинике (например, при болезни Паркинсона), а одна из схем интерфейса "мозг-компьютер" строится на основе подавления мю-ритма при воображаемом выполнении движений. Практическую и инновационную значимость представленной диссертационной работы особенно ярко характеризует то, что разработанная соискателем методика впервые проведенного исследования особенностей реактивности сенсомоторного мю-ритма ЭЭГ в индивидуальном частотном диапазоне у детей защищена патентом РФ No 2702728 от 9 октября 2019 г.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, выводов, списка сокращений и списка литературы. Литературный обзор написан очень компактно, хорошо структурирован и насыщен конкретным материалом. Структура диссертации повторяет типичную структуру научной статьи, посвященной отчету о проделанной экспериментальной работе. Такая форма, при которой изложение собственно результатов исследования максимально освобождено от объяснений, комментариев и интерпретаций, конечно, позволяет сделать изложение сжатым. Однако, на мой взгляд, она одновременно затрудняет восприятие излагаемого материала, особенно если учесть, что результаты занимают значительную часть текста диссертации (страницы 49 -93).

По своему характеру обсуждаемая диссертационная работа представляет собой типичное поисковое исследование, основной задачей которого был поиск характерных для детей четырех возрастных групп новых фактов касательно собственно сенсомоторных ритмов (мю и бета) и статистических связей параметров этих ритмов с различными биологическими и психологическими характеристиками детей: мануальной латеральной асимметрией, уровнем развития функции внимания и уровнем интеллекта (вербального и невербального), а также наличием у детей задержки психического и речевого развития. В отличие от конфирматорных

исследований, где критичным является отвержение (или не отвержение) статистической гипотезы и где наибольшую опасность представляют статистические ошибки первого рода (принять случайную флуктуацию за эффект), в поисковых исследованиях важно максимально полно использовать собранный экспериментальный материал, не пропустив различные потенциальные эффекты. В последнем случае, большую опасность представляют ошибки второго рода — опасность принять истинные эффекты за случайные флуктуации. В обсуждаемой работе выбрана именно такая стратегия: подробно описаны и анализируются статистически значимые эффекты, полученные в ходе многочисленных статистических тестов. При этом число ошибок первого рода частично компенсируется поправкой Бонферрони (коррекция на число отведений). Благодаря такой организации исследования удалось получить ряд совершенно новых данных о характере возрастных изменений сенсомоторных ритмов и в особенности их связи с когнитивными и эмоционально-мотивационными процессами.

Теоретическую основу представленной диссертационной работы составляет концепция зеркальных нейронов, что является вполне обоснованным выбором при исследовании реакции сенсомоторных ритмов не только на выполнение, но и на наблюдение движений. Основным исследуемым феноменом является связанная с событиями синхронизация/десинхронизация сенсомоторных ритмов, выделяемых из многоканальной электроэнцефалограммы с помощью узкополосной фильтрации. Анализ многоканальной электроэнцефалограммы был и остается одним из важнейших источников информации о работе мозга — регистрация электроэнцефалограммы является не только доступным для большинства лабораторий методом изучения активности мозга, но и позволяет проводить, так сказать, полевые исследования, что особенно важно при проведении экспериментов с большими группами детей младшего возраста.

Таким образом, в рамках принятого в работе подхода и с помощью использованных методических приемов удалось получить новые и интересные в теоретическом отношении данные, которые относятся к восходящему онтогенезу системы зеркальных нейронов у человека и ее связи с когнитивными функциями и эмоционально-мотивационной сферой.

Отдельно хотелось бы отметить ряд достоинств обсуждаемой диссертационной работы. К их числу относится внимательное отношение к методической стороне исследования. Так, для того чтобы отчасти компенсировать эффекты, связанные с фиксированной последовательностью выполнения заданий, величину десинхронизации сенсомоторных ритмов в очередном экспериментальном условии рассчитывали относительно их амплитуды в непосредственно предшествующем условии.

Положительным моментом является то, что при интерпретации полученных данных учитываются не только нейрофизиологические явления, но и биофизические (и в рамках электрофизиологии – это очень правильный подход): в качестве возможной причины снижения с возрастом амплитуды сенсомоторных ритмов указывается увеличение толщины черепа и возрастание его омического сопротивления.

В работе уделено внимание контролю посторонних факторов, которые могут потенциально повлиять на оценки амплитуды сенсомоторных ритмов: параллельно с десинхронизацией мю-ритма оценивалась также и десинхронизация альфа-ритма, поскольку эти ритмы обнаруживаются в перекрывающихся частотных диапазонах. Соответственно в работе делается аккуратный вывод: "Возможно, у детей старшего возраста происходит большее перекрытие частотных диапазонов мю- и альфа-ритмов и, как следствие, «смещение» их реактивности." (стр.96)

Все обнаруженные и изложенные в главе 3 статистически значимые эффекты достаточно полно и содержательно обсуждены в главе 4. При этом автор продемонстрировала хорошее знание литературы, включая самую современную.

Недостатки, как все мы знаем, нередко оказываются продолжением достоинств. К числу недостатков обсуждаемой работы, связанных с сжатостью изложения, а также со стремлением автора к конкретности и однозначности (вполне похвальные стремления) можно отнести излишнюю категоричность некоторых утверждений. Так, со ссылкой на книгу Ю.Д. Кропотова утверждается, что характерная арковидная форма мю-ритма "представляет собой результат наложения двух частотных компонентов со спектральными пиками в полосе альфа- (8–13 Гц) и бета-ритмов (14–30 Гц) (Кропотов, 2010)." Столь же определенно и однозначно говорится о том, что затылочный альфа-ритм "возникает в результате ритмической активности таламических ядер...". Между тем, вопрос о происхождении и генераторах ритмов (в том числе, мю- и альфа-ритма) до сих пор остается открытым, и речь здесь может идти лишь о более или менее общепринятых моделях.

В тексте диссертации присутствует пара утверждений, которые, как мне кажется, нуждаются в пояснениях:

(1) На странице 41 утверждается, что электроды F3 и F4 расположены над премоторной корой (поле 6 по Бродману). Между тем, в большинстве случаев эти отведения расположены над полями 8-9, а это – дорсолатеральные отделы префронтальной коры (DLPFC), с чем согласуется и утверждение автора работы на странице 95, где справедливо отмечается, что отведения F3 и F4 соответствуют средней лобной извилине:

"Установлено, что лобные зоны коры связаны с планированием и выполнением произвольных движений (Yousry et al., 1997; Dreher et al., 2008). В частности, отведения F3 и F4 (средняя лобная извилина) соответствуют областям планирования движений верхних конечностей (Diniz et al., 2012; Teixeira et al., 2011)." Кстати, это не совсем корректно говорить, что "зоны связаны с планированием"; правильнее было бы сказать, что планирование обеспечивается в том числе и этими зонами коры.

(2) На странице 110 сказано: "Активация префронтальной коры интерпретировалась нами как актуализация релевантных наблюдаемому

движению схем моторного контроля, которую можно условно связать с имплицитным пониманием целей действия, а верхнетеменной – соответствующих зрительно-пространственных паттернов восприятия."

Этот отрывок требует комментариев, поскольку не ясно, что означают слова "имплицитное понимание целей действия" и "зрительно-пространственные паттерны восприятия".

При прочтении диссертации у меня возник ряд вопросов, ответы на которые хотелось бы услышать от Анны Ивановны:

(1) Тестирование когнитивной и эмоциональной сферы описано весьма подробно, подробнее даже, чем экспериментальные задачи, однако причины, по которым выбор пал на конкретные методики, в работе практически не обсуждаются. Хотелось бы узнать, чем руководствовался Автор, выбирая конкретные методики исследования когнитивных функций?

(2) На странице 41, где описана структура дисперсионного анализа, сообщается, что: "Для оценки возможной активации премоторной и теменной коры анализировалась ЭЭГ не только в центральных (С3, Сz, С4), но и в прилегающих фронтальных (F3, Fz, F4) и париетальных (P3, Pz, P4) локусах.", и что эти 9 электродов используются как уровни фактора ЛОС при анализе данных.

Возникает вопрос, не является ли введение еще одного фактора ЛАТ (левое полушарие, сагиттальная линия, правое полушарие) более выигрышным (см. таблицу ниже), тем более именно такая структура используется в диссертации на рис. 3.9-3.16.?

	Левое полушарие	Сагиттальная линия	Правое полушарие
фронтальное	F3	Fz	F4
центральное	C3	Cz	C4
теменное	P3	Pz	P4

Отсутствие фактора, характеризующего расположение электродов вдоль медиолатеральной оси, делает не слишком убедительным утверждение на странице 95 о том, что "При выполнении собственных движений, по сравнению с ситуацией двигательного покоя, обнаружена левополушарная латерализация эффектов подавления мю-ритма во всех возрастных группах. Для фронтального и центрального локусов правого полушария (отведения F4 и C4) значимых изменений амплитуды мю-ритма обнаружено не было." Мне представляется, что прямое тестирование латеральных различий с учетом фактора ЛАТ (левое полушарие, сагиттальная линия, правое полушарие) здесь было бы очень кстати.

(3) На странице 42 говорится следующее, я цитирую: "Целесообразность анализа сенсомоторной активности в более широких корковых проекциях диктуется, в частности, тем, что источники ее подавления при осуществлении движений могут обнаруживаться не только в центральных, но и префронтальных и теменных областях (Salmelin et al., 1995; Cochin et al., 1999; Frenkel-Toledo et al., 2013)."

Почему в этом отрывке речь идет об "источниках подавления", хотя следовало бы говорить об источниках самой активности? И кроме того, разве не следует здесь учесть объемное проведение биотоков в тканях мозга и покровах головы, благодаря которому активность локуса коры регистрируется не только над ней, но и в стороне?

Высказанные выше замечания не носят принципиального характера и не умаляют достоинств диссертационной работы, ее теоретической и практической значимости. Результаты и выводы диссертационной работы могут быть использованы при разработке аппаратно-программных диагностических комплексов, использующих регистрацию и анализ электроэнцефалограммы, компаниями, такими как "Нейроботикс" (<https://neurobotics.ru/>). Они могут оказаться востребованы и при разработке диагностических методик, например, в институте возрастной физиологии Российской академии образования в лаборатории физиологии мышечной

деятельности и физического воспитания (<http://ivfrao.ru>), а также на кафедре физиологии, Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК: <http://physiology.sportedu.ru/content/istoriya-kafedry-fiziologii>). Я надеюсь, что успешно начатые работы по изучению сенсомоторных ритмов будут продолжены в Крымском федеральном университете имени В.И. Вернадского и что Анна Ивановна Кайда продолжит заниматься этой интересной и важной темой.

Содержание диссертации соответствует заявленной теме, а выводы в полной мере отражают полученные результаты. Диссертационное исследование, выполненное Анной Ивановной Кайда, полностью соответствует требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, и Анна Ивановна Кайда заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 - «Физиология».

Ведущий научный сотрудник
лаборатории нейрофизиологии когнитивной деятельности
ФГНУ «Институт возрастной физиологии» РАО,
доктор биологических наук
А.В. Курганский

Подпись

Подпись *Курганского А.В.* заверяю
Начальник отдела кадров и послевузовского образования
А.Ю. Лебедев
федеральное государственное бюджетное научное
учреждение «Институт возрастной физиологии
Российской академии образования»

