

ПОДСЕКЦИЯ «НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ ВНД»

Устные доклады

Негативность рассогласования у детей раннего возраста при использовании стимулов с большим акустическим контрастом

Банных Олеся Николаевна

*Санкт-Петербургский Государственный Университет, биологический факультет,
Санкт-Петербург, Россия, olya.ru.92@mail.ru*

В настоящее время метод вызванных потенциалов приобретает все большее значение для исследования слухового восприятия у детей. При этом регистрация эндогенных компонентов вызванных потенциалов, таких как негативность рассогласования, часто используется в качестве альтернативного подхода у детей раннего возраста. Как показывают результаты большого количества исследований, амплитудно-временные параметры негативности рассогласования у детей значительно отличаются от таковых, регистрируемых у взрослых испытуемых, и зависят от многих факторов. Кроме того полярность компонентов негативности рассогласования у детей может определяться, в том числе, и степенью сложности различения между девиантным и стандартным стимулами. В связи с этим, целью настоящей работы было изучение особенностей генерации негативности рассогласования при использовании стимулов с большим акустическим контрастом у детей 1-го месяца жизни. В исследовании приняло участие 2 группы испытуемых: взрослые (студенты СПбГУ) и дети 1-го месяца жизни (средний возраст 4 недели). В эксперименте использовали пассивную парадигму одболл: стандарт 1000 Гц, девиант 2000 Гц (вероятность предъявления 0.85 и 0.15). В течение эксперимента дети находились в состоянии сна, предъявление акустических стимулов взрослым испытуемым сопровождали показом видеороликов без звука. Результаты показали, что у взрослых ответы на стандарт, девиант и негативность рассогласования демонстрировали традиционные для данной пассивной задачи амплитудно-временные характеристики. НР представляла собой компонент негативной полярности со средней латентностью пика около 132 мс и средним значением амплитуды - 2,37 мкВ (в лобных отведениях). В детской группе достоверные различия в амплитуде вызванных потенциалов на девиантные и стандартные стимулы получены в лобных отведениях (Fz, F4) на временных интервалах 0 - 150 мс и 150 - 350 мс. Кроме того, у детей 1-го месяца жизни при использовании стимулов с большим акустическим контрастом регистрируется негативность рассогласования, представленная в лобных отведениях двухпиковым компонентом позитивной полярности со средней латентностью пиков 88 мс и 352 мс (Fz).

Тестирование "одностимульного" интерфейса мозг-компьютер в режиме подачи одиночной команды роботу

^{1,2}Васильевская Альбина Маратовна, ¹Федорова А.А., ¹Нуждин Ю.О.

*¹НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия; ²МГУ имени М.В. Ломоносова,
Москва, Россия, albina-vasil@mail.ru*

В исследовании тестировался новый тип интерфейса мозг-компьютер (ИМК) – так называемый «одностимульный» ИМК. Предполагалось, что отсутствие в нем нецелевых стимулов снизит перцептивную и когнитивную нагрузку, позволив повысить скорость срабатывания в сравнении с обычными ИМК на основе волны Р300. В данной работе была проведена оценка характеристик данного типа ИМК и проанализированы особенности потенциалов мозга, возникающих в ответ на предъявляемые в нем стимулы.

ЭЭГ регистрировалась с помощью электроэнцефалографа *actiCHamp* в 58 позициях при выполнении испытуемыми следующих заданий: (1) чтение текста с экрана монитора; (2) счет зрительных стимулов при фиксации позиции, в которой предъявлялись зрительные стимулы; (3) счет звуковых сигналов при фиксации взгляда на предъявляемых зрительных стимулах; (4) подача команды роботу-манипулятору (*AREXX Mini Robot Arm* или *ST Robotics R12-six*). ЭЭГ, зарегистрированная в отведениях Cz, Pz, Oz, PO7, PO8, O1 и O2 во время выполнения заданий 1 и 2, использовалась для обучения классификатора, распознающего команды в онлайн-режиме в ходе выполнения задания 4.

Данные, полученные на первых пяти испытуемых, свидетельствуют о высокой перспективности данного типа ИМК для обеспечения неинвазивного и эффективного взаимодействия человека и робототехнических систем. Среднее время отклика ИМК варьировало от 2,7 до 4,6. Частота ложных срабатываний составила от 0,1 до 1,4 в минуту. Анализ потенциалов, возникавших в ответ на зрительные стимулы, и оффлайн-моделирование работы классификатора при использовании различных комбинаций отведений показал возможность дальнейшего улучшения работы ИМК при оптимизации выбора отведений, используемых при распознавании команды.

Наиболее близким к «одностимульному» ИМК является ИМК на основе волны P300 в модификации Ребсамена и соавт. Как и в их работе, в нашем исследовании изучался «асинхронный» режим подачи команды, предъявляющий жесткие требования к ИМК. В этом режиме команда может поступить в любой момент времени и должна быть распознана не только быстро, но и с наименьшим числом ложных срабатываний. «Одностимульный» ИМК продемонстрировал почти двукратное уменьшение время отклика одновременно со значительным снижением числа ложных тревог.

Экспериментальная модель рассеянного склероза: оценка нейропсихических функций и демиелинизации

Жарова Мария Евгеньевна, Абакумова Татьяна Олеговна

Университет (ФГБУ ГНЦ ССП им.В.П.Сербского), отдел фундаментальной и прикладной нейробиологии, Москва, Россия, sandalovato@gmail.com

Изучение рассеянного склероза (РС) актуальная проблема современности, поскольку заболевание поражает преимущественно молодых лиц (15-40 лет). Исследования неврологов показали, что у больных РС уже на ранних стадиях заболевания нарушаются нейропсихические функции. Данных об оценке нейропсихических функций при экспериментальном моделировании РС достаточно мало.

Цель исследования: изучение нарушений поведенческих и двигательных функций и оценка демиелинизации методом МРТ.

Методы: Опыты проводились на 18 8-недельных самцах мышей линии C67B16. Для моделирования РС в рацион животных в течение 4 недель добавляли 0.6% купризона.

Оценка поведенческих и двигательных функций проводилась с помощью тестов «социальное взаимодействие» («СВ»), «приподнятый крестообразный лабиринт» («ПКЛ»), «Ротарод» до начала эксперимента, на – 4 неделе воздействия купризона (период демиелинизации) и через 2 недели после окончания диеты (период ремиелинизации).

Оценка демиелинизации проводилась методом МРТ.

Результаты: Показано, что в период демиелинизации наблюдалось увеличение уровня агрессии в 2 раза по сравнению с контрольной группой и мышами – в период ремиелинизации (тест «СВ»). На 4 неделе диеты было обнаружено повышение уровня тревожности (тест

«ПКЛ»), ослабление координации и выносливости (тесте «Ротарод») по сравнению с контролем, нарастающие в период ремиелинизации.

Выводы: Таким образом, при моделировании РС было показано наличие двигательного дефицита, нарушение координации, и повышение уровня тревожности, которые не восстанавливались после отмены диеты. Также было подтверждено наличие агрессии в тесте «СВ», которая развивалась на 4 неделе моделирования РС и возвращалась к норме в период ремиелинизации.

Работа была выполнена при поддержке гранта РФФИ №13-04-01383 и программы «УМНИК» Фонда содействия малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Тест с меткой как способ изучения способности животных к самоузнаванию

Калашникова Юлия Андреевна

МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия,

belaya.ber@gmail.com

Одним из подходов к исследованию зачатков сознания у животных (способности к самоузнаванию) служит "тест с меткой", при помощи которого выясняют, будет ли животное перед зеркалом чаще дотрагиваться до пятна краски, заранее нанесенного на участок тела, находящийся вне его поля зрения. Способность к самоузнаванию была выявлена лишь у некоторых высокоорганизованных животных – например, человекообразных обезьян, зубатых китов, слонов, а среди птиц - лишь у сорок. В настоящий момент мы используем тест с меткой, для изучения способности к самоузнаванию у серых ворон (*Corvus cornix*). С шестью птицами проведена первая серия экспериментов, повторяющая методику работы с сороками. Эксперимент состоял из трех этапов (на каждом из них проводили видеорегистрацию). На первом этапе каждую ворону на 30 минут помещали в клетку с зеркалом (8 ознакомительных сессий). Затем проводили собственно «тест с меткой» (4 сессии по 30 минут). Перед каждой тестовой сессией на шею или лоб вороны приклеивали красную бумажную метку. В контрольных сессиях ворону с наклеенной меткой помещали в клетку без зеркала (4 сессии по 30 минут). В первых ознакомительных сессиях часть ворон демонстрировала выраженную социальную реакцию на зеркало, которая свидетельствует о том, что животное реагирует на свое отражение как на другую особь. В нашем эксперименте социальные реакции у ворон угасли после 2-3 ознакомительных сессий. В "тесте с меткой" ни одна из шести ворон метку не сняла, однако у некоторых птиц наблюдались неоднократные попытки дотронуться до области, на которую она была нанесена. Для того чтобы оценить, отличается ли число действий, направленных на область нанесения метки в тесте (с зеркалом) и в контроле (без зеркала), в настоящий момент проводится анализ видеозаписей поведения птиц. В дальнейших сериях экспериментов будут проанализированы факторы, которые могут влиять на результат «теста с меткой». *Выполнено при поддержке гранта РФФИ №13-0400747.*

Развитие нейронов 5 слоя зрительной области PMLS кошки в условиях ритмической световой стимуляции

¹Михалкин Александр Александрович, ²Митрофанова Юлия Павловна, ²Данилова Екатерина Ивановна

1 - ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Российская Федерация, Санкт-Петербург, michalkin@mail.ru; 2 – ФГБОУ ВПО Ивановский государственный университет, Российская Федерация, Иваново

Воздействие ритмической световой стимуляции с частотой 15 Гц на развивающуюся зрительную систему кошек приводит к значительным изменениям в её организации. Наиболее сильное влияние такая стимуляция оказывает на Y проводящий канал обработки зрительной информации, важной частью которого является заднемедиальная супрасильвиевая зрительная область (PMLS). При выращивании котят в условиях стимуляции ранее показано нарушение связей, идущих от первичной зрительной коры к области PMLS, уменьшение площади сомы нейронов, образующих её внутренние горизонтальные связи. Следующим этапом исследования является оценка клеток, образующих эфферентные пути данной области. С этой целью исследовали пирамидные нейроны 5 слоя, выявленные с помощью специфического маркера Y клеток – антител SMI-32. И провели гистохимическое выявление фермента цитохромоксидазы, который визуализирует наиболее активные крупные пирамидные клетки на границе 5 и 6 слоя – нейроны Мейнерта. Согласно литературным данным аксоны этих клеток образуют нисходящие связи исследуемой структуры. В результате выявлено достоверное сокращение площади сомы SMI-32 позитивных нейронов в 5-м слое области PMLS (на 11%, $p=0,001$). Установлен тренд к снижению площади сомы нейронов Мейнерта (на 15%). Важно отметить, что в норме кривая распределения клеток Мейнерта по площади имеет два пика (максимума), что может говорить о наличии двух субпопуляций этих нейронов. У экспериментальных животных второй пик пропадает, возможно, отражая специфичность действия стимула только на одну из субпопуляций клеток. Кроме того, у экспериментальных животных выделена группа нейронов, имеющих меньшие размеры и высокую активность цитохромоксидазы. Клетки с такими параметрами отсутствуют у контрольных животных. В итоге изменения затронули все три звена обработки информации: афферентный, внутренний и эфферентный. Изменение морфометрических параметров клеток, вероятно, говорит об изменении их функциональности, что в свою очередь в масштабах зрительной области PMLS свидетельствует о нарушении обработки зрительной информации.

Работа поддержана грантом РФФИ №12-04-31644.

Проявления контроля поведения у крыс в условиях выработки пищедобывательного рефлекса

Овчинникова Татьяна Сергеевна, Бережной Даниил Сергеевич

*МГУ имени М.В. Ломоносова, биологический факультет, Москва, Россия,
ovchinnikovats@gmail.com, berezhnoy.daniil@gmail.com*

Нарушение контроля поведения и импульсивность являются основными симптомами при таких расстройствах у человека, как синдром дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ), обсессивно-компульсивное расстройство (ОКР), мании, зависимое поведение. В связи с этим существует необходимость в адекватных моделях для изучения поведенческого контроля и импульсивности у животных. В качестве основных проявлений этих процессов в поведении, как правило, рассматривают чувствительность к задержке подкрепления, способность тормозить моторную активность, устойчивость воспроизведения навыка.

Для исследования поведенческого контроля мы использовали оригинальную модель пищедобывательного рефлекса. Экспериментальная камера состояла из двух одинаковых отсеков, оснащенных светодиоидными панелями для подачи стимула и автоматическими кормушками в виде поворотных дисков с углублениями для отдельных порций корма. Стимул подавался в течение 20 с в отсеке, в котором находилось животное, в течение его действия животное могло получить подкрепление из кормушки, находящейся в противоположном отсеке; в межстимульный интервал, длящийся 30 с, животное имело возможность свободно перемещаться по экспериментальной среде, но не могло получить подкрепление.

К 7 опыту у животных выработался инструментальный пищедобывательный условный рефлекс (УР) – переход к кормушке с коротким латентным периодом (на уровне $2,5 \pm 0,2$ сек) в ответ на стимул. В последующих опытах УР воспроизводился в 100% проб. В первом опыте межсигнальные реакции (МСР) были наименее выражены ($40 \pm 5\%$ от числа проб), а по мере обучения их количество прогрессивно росло и достигало максимума ($225 \pm 15\%$) к 7 опыту. На фоне стабилизации воспроизведения условной реакции наблюдалось медленное уменьшение межстимульной активности в течение ещё 12 опытов. В целом, за 19 опытов МСР не снизились больше, чем на $31 \pm 10\%$ по сравнению с максимальным значением, при этом индивидуальная динамика снижения у разных животных значительно варьировала: от отсутствия значимого снижения МСР по сравнению с максимумом до снижения МСР до минимальных значений ($155 \pm 20\%$). Снижение МСР у животных сопровождалось такими эмоциональными реакциями как груминг, дефекация, стойки, прыжки, которые появлялись в 7-8 опыте и сохранялись вплоть до последнего опыта.

Таким образом, в рамках обучения животных в данной модели можно было выделить несколько фаз: во-первых, выработку коротколатентной реакции на стимул и, во-вторых, оптимизацию УР, то есть снижение числа МСР, не приводящих к подкреплению. Фазу оптимизации можно рассматривать как более сложную для животного, так как она сопровождается большим количеством эмоциональных проявлений. Интерес представляют выявленные индивидуальные различия на стадии оптимизации. Снижение числа неподкрепляемых МСР предполагает вовлечение процессов торможения у экспериментальных животных и может быть рассмотрено как показатель контроля поведения. Наблюдавшиеся индивидуальные различия угашения МСР можно трактовать как разную способность животных к торможению и контролю своего поведения, и использовать для отбора животных по этому параметру.

Распределение ресурсов внимания при кроссmodalьной маскировке

Павловская Марина Алексеевна, Страццова А.Ю.

ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», mpavlovskaya@mail.ru

В литературе описано влияние одной сенсорной модальности на деятельность другой, не только на периферических уровнях, но и на корковых, имеющих психофизическую, поведенческую и нейробиологическую поддержку. Теменная, височная и фронтальная области коры являются полисенсорными областями, принимающими участие в двухкомпонентной модели (top-down и bottom-up системы) распределения ресурсов внимания в межmodalьных и интерmodalьных потоках обработки информации. Целью настоящей работы было исследование распределения ресурсов внимания в полисенсорных областях коры в условиях сенсорной маскировки.

В обследовании участвовали 36 человек (18 мужчин и 18 женщин) без отклонений в сенсорных функциях. В качестве стимулов использовались звуковые сигналы амплитудой 80

дБ, частотой 1200 и 1000 Гц, а так же световые вспышки яркостью 9 кД и длительностью 3 мс. Вероятности стимулов 0,85; 0,5 и 0,15. В первой серии необходимо было дифференцировать звуковые стимулы разной частоты на фоне предъявления зрительных помех, а во второй - одну или две световые вспышки на фоне слуховых помех. Межмаскировочные интервалы были 300, 200, 100 и 50 мс. Регистрация ЭЭГ, времени реакции (ВР) и режим стимуляции реализовались при помощи энцефалографа «Энцефалан-131-03» (Россия). Анализ проводился в среде MATLAB по усредненным связанным с событиями потенциалам (ССП), изопотенциальным картам СПП и ВР.

Анализ результатов ВР показал, что при предъявлении частого стимула ($p=0,85$) эффективней работает слуховой анализатор при ответах правой рукой, что может быть связано с активацией ресурсов произвольного внимания для поддержания оптимальной сенсомоторной интеграции. При предъявлении редкого стимула ($p=0,15$) – зрительный анализатор с ответами левой рукой, свидетельствующий о доминировании произвольного внимания.

Анализ изопотенциальных карт СПП показал, что стадия обнаружения стимула представлена волной ожидания в центральной области, что связано со снижением порогов восприятия. Ожидание маскира сопровождается одновременным развитием позитивной волны во фронтальной области, что определяет механизм его игнорирования. Стадия обнаружения стимула представлена негативностью во фронтальной области для слухового анализа и в затылочной – для зрительного. Различение стимулов сопровождается развитием двух негативных фокусов: в верхне-височных для слухового и нижне-затылочных областях для зрительного стимула. Оба фокуса находятся в местах пересечения дорзальных и вентральных вторичных сенсорных путей. Далее развивалась позитивная волна в лобной и теменной областях в сагиттальных отведениях, обеспечивающих деактивацию двух систем внимания.

Полученные результаты позволяют сделать выводы о перераспределении ресурсов внимания в сторону слухового восприятия на фоне зрительной помехи, что показано при лучшем восстановлении компонентного состава слухового стимула в условиях предъявления зрительных помех, чем при обратной процедуре.

Этапы формирования нового пищедобывательного навыка в аспекте активности нейронов ретроспленальной коры крыс

Полякова Злата Александровна

Московский физико-технический институт (Государственный университет), Москва, Россия, zlatavesta@mail.ru

В разнообразных моделях формирования нового навыка у животных были обнаружены нейроны, импульсная активность которых специфически связана с проявлением определенного поведения. Закономерности развития специфических активаций нейронов в полной мере не изучены. В данной работе была предпринята попытка сопоставить изменения поведения с динамикой нейронной активности и вывести общие закономерности этапов формирования пищедобывательного навыка.

В эксперименте участвовало несколько групп крыс, одна из которых была обучена только нажатием на левую педаль для получения пищи в инструментальной клетке, другая - после обучения на левую педаль, была переучена нажатием на правую педаль. У одного животного из группы «левая педаль» синхронно с записью поведения велась регистрация нейронной активности.

При анализе нейронной активности были выявлены нейроны, специфически связанные с пищевым поведением. Было обнаружено, что у части специализированных нейронов процент

активаций в «своём» акте снижался почти в два раза во второй части инструментальной сессии (по сравнению с первой частью). Был выявлен период с 5 по 10 минут, характеризующийся достоверным увеличением частоты нейронной активности (по сравнению с предыдущим и последующим периодом), причем только у нейронов «пищевого поведения». И именно этот период был связан с максимальной реактивацией прошлого опыта, что было установлено в ходе анализа поведения крыс. Данное утверждение было сформулировано на основании того, что при переучивании животные продолжали нажимать на неэффективную педаль (левую), причем достоверных отличий в числе таких нажатий не наблюдалось при сопоставлении этапов 0-5, 5-10, 10-15 мин. При этом наблюдалось достоверное увеличение числа подходов к кормушке в период 5-10 мин. по сравнению с периодом 0-5 мин. и с периодом 10-15 мин. Похожая тенденция в распределении числа подходов к кормушке в течение сессии наблюдалась при обучении нажатия на левую педаль.

Таким образом, развитие специфических активаций начинается с увеличения частоты активности, что может отражать вовлечение специализируемых нейронов в первые пробные акты. Стабилизация поведения с течением сессии инструментального обучения сопровождается снижением процента случаев активации у части нейронов. Установлено, что обучение сопровождается как приобретением нового опыта, так и реактивацией старого.

Огромную благодарность выражаю своему научному руководителю – Сварник Ольге Евгеньевне.

Корреляция способности к обучению в тестах условного рефлекса пассивного избегания и экстраполяционного избавления

Райт Джесси Витальевна, Грошев Дмитрий Сергеевич

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет, кафедра высшей нервной деятельности и психофизиологи, Санкт-Петербург, Россия, freiheit-j@mail.ru

Для определения различных индивидуальных типологических особенностей существует батарея тестов, причем в отдельную группу можно выделить те из них, которые оценивают память и способности грызунов к обучению, однако в настоящее время представлено не так много данных о корреляции способности к обучению в тестах на обучение у животных.

В работе были использованы 40 самцов крыс линии Вистар в возрасте двух месяцев. У животных вырабатывали условный рефлекс пассивного избавления (УРПИ) и проводили тест «экстраполяционное избавление».

На основании выработки УРПИ животные были разделены на две группы - «обучившиеся» и «необучившиеся». Группа «необучившиеся» не запоминала аверсивное воздействие и латентный период спуска с платформы на второй день тестирования не изменился, для группы «обучившиеся» было зарегистрировано увеличение латентных периодов. Спустя 2 недели животные прошли процедуру решения когнитивной задачи в тесте «Экстраполяционное избавление». Данный тест выявил, что крысы, которые не демонстрировали способности к выработке УРПИ (группа «необучившиеся»), достоверно лучше справлялись с тестом на экстраполяционное избавление, чем животные из группы «обучившиеся».

В настоящее время полагают, что способность к выработке УРПИ отражает процессы памяти и обучения, но, вероятно, кроме этого важную роль играет общая стратегия поведения животных. Несмотря на то, что способность к экстраполяции связана с высоким уровнем когнитивного развития, животные, обладающие выраженными экстраполяционными

способностями, не обучаются УРПИ. Отсутствие обучения в тесте УРПИ не свидетельствует об отсутствии памяти и способности к обучению, так как животные, демонстрирующие неспособность обучаться в тесте УРПИ, как известно из литературы, успешно обучаются в тесте УРАИ.

Можно заключить, что способность к выработке избегательных реакций не является показателем общей способности к обучению, наши результаты с экстраполяционным избавлением показывают, что тест пассивного избегания не выявляет способность к любому обучению.

Влияние сверхмалых доз 2-аминометилбензимидазола на поведенческие реакции крыс в условиях угнетения дофаминергической системы

Чертаев Игорь Владимирович

*Таврический национальный университет имени В.И.Вернадского, Симферополь, Украина,
5612178@ukr.net*

2-аминометилбензимидазол (2-БЛ) перспективный психоактивный препарат в сверхмалых дозах. Важную роль в реализации физиологического механизма действия психоактивных веществ играет дофаминергическая медиаторная система мозга. Поэтому цель настоящей работы — выяснить влияние сверхмалых доз 2-аминометилбензимидазола на поведенческие реакции крыс в условиях угнетения активности дофаминергической системы галоперидолом.

В тестах открытое поле и Порсолта изучали поведение 80 крыс, разделённых на 8 групп по 10 особей. Контрольной группе за 30 мин. до эксперимента вводили внутрибрюшинно физиологический раствор, 3 экспериментальным — 2-БЛ в одной из сверхмалых доз ($2.2 \cdot 10^{-7}$, $2.2 \cdot 10^{-8}$, $2.2 \cdot 10^{-9}$ мг/кг), а 4 другим — в течение 3 дней галоперидол (2.5 мг/кг), затем 3 из них вводили 2-БЛ в указанных дозах.

В тесте открытое поле галоперидол проявлял стрессорные и анксиогенные свойства, достоверно снижая двигательную активность и исследовательское поведение крыс относительно контроля, а 2-БЛ в применяемых дозах — антистрессорные и анксиолитические, достоверно увеличивая двигательную активность, исследовательское поведение животных. При угнетении дофаминергической системы эффекты 2-БЛ в дозах $2.2 \cdot 10^{-9}$, $2.2 \cdot 10^{-8}$, $2.2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг изменялись на противоположные. Анксиогенный эффект 2-БЛ ($2.2 \cdot 10^{-9}$ и $2.2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг) превосходил таковой галоперидола. Полученные результаты свидетельствуют, что дофаминергическая система участвует в антистрессорном, противотревожном действии 2-БЛ.

В тесте Порсолта индекс депрессивности (ИД, отношение времени пассивного плавания животных к времени активного) после введения галоперидола составил 3.09, после инъекций только 2-БЛ — 0.3 ($2.2 \cdot 10^{-9}$ мг/кг), 0.49 ($2.2 \cdot 10^{-8}$ мг/кг) и 0.44 ($2.2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг). ИД после инъекций 2-БЛ на фоне угнетения дофаминергической системы 2.16 ($2.2 \cdot 10^{-9}$ мг/кг), 2.17 ($2.2 \cdot 10^{-8}$ мг/кг) и 2.49 ($2.2 \cdot 10^{-7}$ мг/кг). Значения ИД достоверно отличались от контроля (0.76). 2-БЛ в указанных дозах проявлял антидепрессантный эффект, который при угнетении дофаминергической системы изменялся на противоположный. Это позволяет считать, что данная система участвует в реализации антидепрессантного эффекта 2-БЛ.

Таким образом, дофаминергическая система участвует в механизме антистрессорного, анксиолитического и антидепрессантного действия сверхмалых доз 2-БЛ. Необходимо провести исследование участия других моноаминергических систем в психоактивных эффектах этого вещества.

Влияние нанодисперсного диоксида титана на поведенческие реакции крыс

Акберова Яна Асхатовна

Башкирский государственный университет, Россия, Уфа, summer1703@mail.ru

Анализ данных литературы показал, что наноматериалы обладают более высокой токсичностью по сравнению с обычными микрочастицами и более длительным периодом полувыведения. Наночастицы способны в неизменном виде проникать через клеточные барьеры, в том числе и гематоэнцефалический барьер в центральную нервную систему, циркулировать и накапливаться в органах и тканях, вызывая более выраженные патоморфологические поражения внутренних органов. Среди наноматериалов в наиболее широких масштабах вырабатываются и используются НЧ диоксида титана (TiO_2). Несмотря на широкое использование НЧ TiO_2 в разных сферах человеческой деятельности, их токсические свойства изучены недостаточно.

Цель настоящей работы – исследование влияния нанодисперсного диоксида титана на поведенческие реакции крыс в условиях экспериментальной модели – теста «вынужденного плавания» Порсолта. Объектом исследования послужили крысы линии Вистар массой 180-200г. Исследования проводились ежедневно в течение 5 дней до- и в течение 5 дней после однократного перорального введения НЧ диоксида титана (TiO_2) в дозе 250 мг/кг веса. Животных содержали в клетках группами по 4 особи при свободном доступе к воде и пище и постоянном свето-темновом режиме. Тест заключался в помещении животных в бак высотой 60 см и диаметром 40 см, заполненный водой (температура воды $25 \pm 2^\circ\text{C}$). Основным показателем этого теста являлась продолжительность периода пассивного плавания, иммобилизации. Полученные данные были обработаны в ППП «Statistica».

Установлено, что после введения нанодисперсного TiO_2 в дозе 250 мг/кг веса увеличивалось время пассивного плавания ($p < 0.05$), попытки выбраться из воды уменьшались. Стадия иммобилизации после безуспешных попыток выбраться из воды в этом тесте трактуется как проявление поведения отчаяния, депрессии. Таким образом, выявлено, что однократное пероральное введение нанодисперсного диоксида титана в дозе 250 мг/кг веса оказывает депрессивное влияние.

Особенности психофизиологической реакции при прослушивании мажорных и минорных аккордов музыкантами и людьми, не имеющими музыкального образования

Борисевич Игорь Алексеевич

Московский Государственный Университет им. М.А. Шолохова, факультет экологии и естественных наук, Москва, Россия, b@illuminati.pro

Во многих культурах мажорные аккорды эмоционально воспринимаются людьми как радостные, а минорные – как печальные. Такая универсальность делает исследование восприятия музыкальной гармонии важной и интересной задачей. Целью настоящей работы было психофизиологическое исследование восприятия мажорных и минорных аккордов, а также сравнение реакции профессиональных музыкантов и людей, не имеющих музыкального образования.

В эксперименте приняли участие 40 человек в возрасте от 19 до 34 лет, 20 испытуемых имели среднее или высшее музыкальное образование, 20 музыкального образования не имели. Испытуемым в случайном порядке предъявлялись мажорные и минорные аккорды с тембром фортепиано длительностью 1500 мс. Психофизиологическая реакция фиксировалась с помощью ЭЭГ с установкой электродов в соответствии со

стандартной схемой 10-20. После удаления из записи эпох с артефактами было выполнено выделение вызванных потенциалов по следующим диапазонам частот: тета-1 (4-6 Гц), тета-2 (6-8 Гц), альфа-1 (8-10 Гц), альфа-2 (10-13 Гц), гамма (30-45 Гц) и дельта (2-4 Гц).

Анализ полученных данных выявил наличие разницы в амплитуде вызванных потенциалов в некоторых частотных диапазонах при прослушивании мажорных и минорных аккордов. Наибольшая разница была обнаружена на центральных и теменных отведениях в тета-1, тета-2, альфа-1 и альфа-2 диапазонах. Также было выявлено, что у музыкантов амплитуда вызванных потенциалов выше, чем у не музыкантов, независимо от того, какие аккорды предъявлялись.

Восприятие мелькающего света различного спектра школьниками и возможная связь с развитием близорукости

Вахмянина Анна Александровна, Накарякова Евгения Игоревна

Башикирский государственный университет, Уфа, Россия, anariel_93@mail.ru

Развитие зрительной системы сопровождается увеличением ее пропускной способности, что, возможно, определяется миелинизацией структур головного мозга и возрастанием эффективности работы тормозных систем. Следовательно, пропускную способность зрительной системы можно рассматривать в качестве индикатора ее развития. Исследовалась критическая частота слияния световых мельканий (КЧСМ) на красный, зеленый и синий цвета при центральном предъявлении стимула в различных возрастных группах.

Для измерения КЧСМ использовался прибор «Свето-тест». Исследовано 22 школьника, обучающихся в 3 классе, 17 школьников 5 класса и 16 школьников 7 класса. При анализе данных КЧСМ учитывали медиану и данные нижнего и верхнего квартилей. Сравнительный анализ КЧСМ на различные цвета в группах и межгрупповые сравнения проводили с использованием непараметрических критериев Уилкоксона и Манна-Уитни.

Обнаружено статистически значимое изменение КЧСМ при сравнении группы школьников 3 и 5 классов только на красный цвет ($p < 0.05$). Усредненные значения КЧСМ на красный цвет составляют 35,0 Гц и 38,5 Гц для 3 и 5 классов соответственно. На зеленый и синий цвета также происходило увеличение значений, которое не достигало статистически значимых величин ($p > 0.05$, усредненные значения для 3 класса на зеленый и синий 35,5 Гц и 35,6 Гц соответственно, для 5 класса 36,8 Гц и 37,8 Гц). Сравнение 5 и 7 класса не выявило статистически значимых различий на все исследованные цвета ($p > 0.05$, усредненные значения КЧСМ составляют 37,4 Гц, 37,3 Гц и 37,4 Гц соответственно для красного, зеленого и синего цвета).

Обнаруженная особенность позволяет предположить, что система передачи длинноволновой информации в зрительной системе развивается дольше. В предыдущем исследовании нами было обнаружено, что КЧСМ на красный цвет имеет отличительные особенности при близорукости. Учитывая полученные данные, можно предполагать, что более медленное развитие системы передачи информации о длинных волнах может создавать предпосылки для развития миопии. Механизмы такого влияния пока не ясны и требуют дополнительных исследований.

Влияние пренатальной гипоксии на возникновение эпилептиформной активности в неокортексе крыс в хроническом эксперименте

¹Ганина Ольга Руслановна, ²Калинина Дарья Сергеевна

¹Санкт-Петербургский государственный университет, ²Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Россия, Санкт-Петербург, olg-ganin@yandex.ru

Известно, что у крыс пренатальная гипоксия приводит к нарушениям в развитии ЦНС, вызывая программируемую клеточную гибель нейронов, нарушая формирование их синаптического аппарата, и являясь причиной отсроченных нарушений поведения и памяти у взрослых животных. Исследования пациентов с клинически достоверным диагнозом эпилепсии показали, что наблюдаемые у них поражения могут являться не врожденными аномалиями, а результатом пре- или перинатальной патологии. Поэтому исследование роли пренатальной гипоксии в генезе эпилепсии в модельных экспериментах на животных является актуальной задачей экспериментальной неврологии. Цель настоящей работы – выявить изменения электрической активности неокортекса у крыс линии Wistar, подвергнутых гипоксии на 14-й день пренатального развития. Работа выполнена в ходе хронических экспериментов на 10 крысах линии Wistar в возрасте от 20 дней до 4,5 месяцев. Для регистрации электрокортикограммы (ЭКоГ) в область фронтального неокортекса билатерально вживлялись два блока по 4 стальных электрода в каждом на глубину до 1 мм, индифферентный электрод вживлялся над мозжечком. Потомство, перенесшее пренатальную гипоксию, получали, помещая самок на 14-е сутки беременности на 3 часа в камеру с пониженной до 7,0% концентрацией O₂, беременные самки контрольной группы содержались при нормальной концентрации O₂. У контрольных животных эпилептиформной активности в ЭКоГ зафиксировано не было. У молодых крыс (P20-P40), перенесших пренатальную гипоксию, эпилептиформная спайк-волновая активность (СВА) в ЭКоГ также отсутствовала, и была зарегистрирована у экспериментальных животных в возрасте 4,5 месяцев. Эпизоды СВА наблюдались у крыс во время бодрствования, не сопровождалась двигательными проявлениями, иногда наблюдалось дрожание вибрисс. Приступ СВА длился в среднем $5,58 \pm 0,23$ с и состоял из $42,17 \pm 1,74$ спайк-волн, частота следования которых составляла $7,62 \pm 0,05$ в секунду. Наши данные, полученные в хронических экспериментах на крысах, позволяют говорить о том, что пренатальная гипоксия может являться причиной возникновения судорожной активности у взрослых животных, но не приводит к таковой у крысят до определенного этапа развития.

Изучение вызванных потенциалов человека при работе с цветовыми стимулами в интерфейсе мозг-компьютер

Григорян Рафаэль Каренович

МГУ имени М. В. Ломоносова, лаборатория нейрофизиологии и нейрокомпьютерных интерфейсов. Москва, Россия, grraph.bio@gmail.com

Интерфейс мозг-компьютер (ИМК) – это технология, позволяющая человеку управлять внешними устройствами напрямую от мозга, на основе изменений электрической активности мозга (ЭЭГ). В настоящей работе проверялась гипотеза о том, что в качестве стимулов для ИМК P300 (одна из наиболее успешных модификаций ИМК) можно использовать набор цветовых стимулов, предъявляемых по одному в одной и той же позиции экрана.

В исследовании добровольно приняли участие пятнадцать практически здоровых испытуемых возрастом 18-25 лет. Каждый цветовой стимул (окрашенный круг) предъявлялся в течение 120 мс; стимулы чередовались с интервалом 180 мс. После обучения классификатора

(на основе линейного дискриминанта Фишера) проводилась сессия с обратной связью. Тестировали наборы стимулов из 5, 6, 7, 8 и 9 цветов равной яркости.

В пилотном исследовании было показано, что частота правильных обнаружений фокуса внимания на выбранном стимуле варьировала у разных испытуемых от 58 до 100%, что значительно превышало случайный уровень (12-20% в зависимости от числа стимулов в наборе). При этом пять испытуемых смогли закончить тест с менее чем 10% ошибочных выборов. Количество стимулов в сессии не оказало значимого влияния на долю ошибок. Не была обнаружена корреляция между цветом стимула и вероятностью его правильной идентификации по ЭЭГ.

В реакциях ЭЭГ на целевые зрительные стимулы у всех испытуемых выявляются компоненты P300 и N1. Амплитуды компонентов не демонстрируют значимой зависимости от величины набора цветов и конкретного цвета стимула, хотя у нескольких испытуемых имеется тенденция к зависимости P300 от цвета, а N1 от набора. Эти испытуемые не выделяются по количеству ошибок.

В целом, данные позволяют утверждать, что цветовые стимулы, предъявляемые в одном и том же месте, могут служить стимульной средой для ИМК P300. Новым в работе является то, что теперь на основе цветовой стимульной среды можно создавать компактные ИМК, не требующие больших экранов с пространственным размещением набора стимулов, как это делается в большинстве современных ИМК P300.

Работа была поддержана грантом Сколково № 1110034.

Влияние препаратов тимуса различной молекулярной массы на выработку условной реакции пассивного избегания у крыс

Крючкова Алина Викторовна, Шмелёва Екатерина Валерьевна

ФГУБН НИИ ФХМ ФМБА России, Москва, Россия, likkavolkhova@mail.ru

В последнее время в рамках изучения взаимовлияния иммунной и нервной систем ведутся исследования по влиянию пептидов тимуса на высшую нервную деятельность животных. В данной работе было изучено воздействие препаратов тимуса различной молекулярной массы на выработку условной реакции пассивного избегания (УРПИ) у крыс в модифицированной трехкамерной установке с видеонаблюдением.

Работа проводилась на крысах-самцах линии Wistar (n = 56), разделенных на три группы. Животным двух групп в течение 5 суток вводили внутривентриально два пептидных препарата тимуса с молекулярной массой от 0,5 до 25 кДа (тактивин) и от 150 до 200 кДа в дозе 0,1 мг на животное; контрольной группе вводился физиологический раствор. На 5-е сутки после последнего введения препарата у животных вырабатывали УРПИ в трехкамерной установке, применяя однократный удар током (0,6 мА) в течение 10 с. Далее выработку УРПИ у животных тестировали пять раз: через 3 ч, 1 сутки, 3 суток, 7 суток и 14 суток после выработки.

Две группы показывали разные шаблоны изменения поведения в течение эксперимента. По ряду параметров у животных, получавших препарат с низкой молекулярной массой (тактивин), показано лучшее сохранение памятного следа, чем у контрольной группы, а у животных, получавших высокомолекулярный препарат, показано ухудшение запоминания относительно контроля.

Таким образом, показано дифференцированное влияние препаратов тимуса на выработку УРПИ. При этом животные демонстрировали улучшение обучения на фоне введения тактивина в отличие от введения высокомолекулярной фракции пептидов тимуса. Мы предполагаем, учитывая ранее полученные данные о специфичном влиянии тактивина на функциональное

состояние ряда структур головного мозга крыс, что обнаруженное улучшение выработки УРПИ является специфическим для низкомолекулярной фракции тимуса (тактивина).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 14-04-32087 мол_а.

Нейрофизиологические корреляты решения вербальных и невербальных задач в процессе аромакоррекции

Кундупьян Юлия Леонтьевна, Кундупьян Оксана Леонтьевна

Южный федеральный университет, факультет биологических наук

Ростов-на-Дону, Россия, julia_leo@mail.ru

Изучение нейрофизиологических механизмов влияния ароматических веществ на функциональное состояние (ФС) человека в процессе решения когнитивных задач актуально для разработки методов коррекции работы человека-оператора. Известно, что эфирные масла способны регулировать психологическое, эмоциональное и ФС человека. По данным литературы, считается, что масло розмарина обладает мощным активирующим действием на структуры головного мозга и улучшает работу зрительного анализатора. Целью нашего исследования было изучить динамику времени реакции (ВР) и спектральные характеристики ЭЭГ при решении вербальных и невербальных задач в отсутствии и присутствии розмарина.

В исследовании принимало участие 26 человек, средний возраст – 25 лет. В качестве модели деятельности использовали решение вербальных и невербальных задач в отсутствии и присутствии розмарина. В первой серии необходимо было проанализировать 100 слайдов для каждой задачи, исключая неподходящее по смыслу слово или картинку на слайде, а во второй серии в экспериментальную среду вносили розмарин. В исследовании использовали ароматическое масло розмарина («Горо», г. Ростов-на-Дону), которое предъявляли обследуемому течение 5 мин открытым способом на расстоянии 2 см от кончика носа. Во время выполнения теста регистрировали ВР, ЭЭГ. Оцифрованная ЭЭГ и ВР экспортировались в программную среду MATLAB, где проводилась дальнейшая обработка сигналов.

Анализ ВР в фоне показал, что при распознавании картинок реакции левой рукой были быстрее, чем правой, а при распознавании слов наблюдали обратную тенденцию. Внесение розмарина в экспериментальную среду приводило к исчезновению асимметрии при решении обоих типов задач, а также к ускорению времени реакции в 2 раза. Сравнение спектральных характеристик ЭЭГ в фоне и в присутствии розмарина показывают более выраженную мощность дельта-, тета- и бета-активности.

Таким образом, можно предположить, что решение вербальных и невербальных заданий, контролируется разными механизмами, связанными с функциональной межполушарной асимметрией. Наблюдаемые изменения на фоне розмарина, вероятно, связаны с гуморальным механизмом воздействия одорантов на ФС человека.

Особенности миграции стволовых клеток при их интраназальном введении крысам

Стукач Юлия Павловна

ГНУ «Институт физиологии НАН Беларуси», Беларусь, Минск, stukachyulya@gmail.com

При тяжелых состояниях, вызванных повреждением тканей головного мозга (травма, послеоперационное состояние), оправданным может быть использование клеточной терапии с применением стволовых клеток (СК). Для усиления эффективности репаративных процессов и, соответственно, ускорения нивелирования последствий травмы мозга у пациента представляется перспективным интраназальное введение суспензии стволовых клеток с

последующей их миграцией в вышерасположенные отделы мозга. С целью уточнения путей миграции СК в мозге проведена серия экспериментов на крысах с неповрежденным мозгом. Мезенхимальные СК, выделенные из жировой ткани крыс, метили флуоресцентным маркером PKH67 Green Fluorescent Cell Linker (Sigma) и вводили наркотизированным животным в подслизистую оболочку носа с правой стороны. Участки мозга (обонятельные луковицы, лобные доли, гиппокамп, скорлупа) извлекали из обоих полушарий через 1 и 24 часа после введения клеток. Препараты для флуоресцентной микроскопии (на микроскопе MPV-2, Leitz, Germany) готовили методом раздавленной капли. В результате экспериментов установлено, что в правом полушарии уже через 1 час меченые красителем СК в большом количестве проникали в обонятельные луковицы, единичные клетки обнаружены в лобной доли, скорлупе и гиппокампе. В левом полушарии обнаружены единичные СК в обонятельных луковицах, в других участках мозга свечение отсутствовало. При приготовлении образцов через 24 часа обнаружено большое количество клеток в обонятельных луковицах и лобных долях как левого, так и правого полушария. В других отделах мозга обнаружено единичное свечение. Основываясь на полученных данных можно утверждать, что при введении в подслизистую оболочку носа СК проникают в передние структуры мозга. Разница в результатах после забора образцов через 1 и 24 часа говорит о том, что на перемещение между полушариями требуется больше времени, чем на перемещение в пределах одного полушария. Кроме того, учитывая результаты исследования образцов, полученных через 1 час после введения СК, следует отметить достаточно высокую скорость перемещения клеток.

Роль соотношения белков Jun/Fos для проявления глюкокортикоидной индукции тирозингидроксилазы мозга в раннем онтогенезе

¹Сухарева Екатерина Викторовна, ^{1,2}Ланшаков Дмитрий Александрович

¹Институт цитологии и генетики СО РАН; ²Национальный исследовательский Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия, evsukhareva@mail.ru

Глюкокортикоиды (ГК) участвуют в программировании функций и поведения, изменяя в критические периоды развития экспрессию гормон-зависимых генов, к которым относится и ген тирозингидроксилазы (ТГ) – ключевого фермента синтеза катехоламинов. В ответ на введение ГК экспрессия гена ТГ в стволе мозга 20-21-дневных плодов крыс повышается уже через 6 часов и остается индуцированной в течение не менее трех суток, не изменяясь при введении гормона на 8 день жизни. Зависимость гормональной индукции от возраста предполагает вовлечение дополнительных регуляторных факторов, которыми могут являться белки AP-1 транскрипционного комплекса. Согласно неканоническому действию ГК, гормон повышает экспрессию генов при взаимодействии глюкокортикоидного рецептора с AP-1 комплексом, образованным гомодимерами белков Jun/Jun, и снижает ее при образовании комплекса гетеродимерами Jun/Fos. Целью работы явилось изучение роли соотношения экспрессии белков Jun/Fos для проявления гормональной индукции гена ТГ в перинатальном онтогенезе. Экспрессию генов ТГ, Jun (c-jun, junB, junD) и Fos (c-fos, fosB) в стволе мозга плодов, 3-дневных и 8-дневных крысят определяли методом ПЦР в реальном времени, экспрессию белков ТГ, JunB и c-Fos - иммуногистохимически. В результате проведенных исследований обнаружено более чем 5-20-кратное превышение соотношения транскриптов Jun над Fos в мозге 20-дневных плодов по сравнению с 8-дневными крысятами, что способно обеспечить гормональную индукцию гена ТГ в мозге плодов и объяснить ее отсутствие в мозге 8-дневных животных. В мозге 3-дневных крысят выявлено аналогичное мозгу плодов соотношение транскриптов Jun/Fos и установлена индукция гена и белка ТГ в стволе их

головного мозга через 6 часов после введения дексаметазона. Таким образом, способность ГК индуцировать ТГ в раннем онтогенезе коррелирует с преобладанием экспрессии белков Jun над Fos, что подтверждает важный вклад неканонического механизма действия гормонов в регуляцию транскрипции гена фермента.

Работа поддержана грантами МК-1207.2014.4, РФФИ 13-04-01104, 14-04-31314.

Изучение биоэлектрической активности коры больших полушарий у студентов в условиях негативного эмоционального состояния методом электроэнцефалографии

Трапезникова Екатерина Александровна

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный университет», Самара, Россия,

ekat.trapeznikova2992@yandex.ru

Изменения в сфере современных методов образования влияют на умственные нагрузки и психическое состояние студентов и школьников. В связи с этим большую практическую значимость приобретает изучение активности головного мозга методом электроэнцефалографии, открывающим широкие возможности оценки функционального состояния мозговых структур в норме, а также для доклинической диагностики возможных нарушений.

Задача нашего исследования заключалась в анализе изменений электроэнцефалограммы (ЭЭГ) у студентов в условиях негативного эмоционального состояния, которое моделировали путём предъявления визуальных стимулов, вызывающих эмоции страха, горя, отвращения и тревоги. ЭЭГ регистрировали с использованием нейровизора NVX 36 digital DC EEG в стандартных отведениях до и на фоне эмоциогенных воздействий.

Исследование проводилось на 2 группах испытуемых. В состоянии относительного покоя у студентов 1 группы отмечалось доминирование альфа-ритма со средней частотой 9,7 Гц в лобных отведениях, бета-ритма в затылочных отведениях, у 2 группы в лобных отведениях явно выраженным оказался дельта-ритм со средней частотой 2,6 Гц. На фоне эмоций страха и горя у 1 группы произошло угнетение альфа-ритма и усиление бета-ритма во фронтальных отведениях. У 2 группы дельта-ритм постепенно сменился тета-ритмом со средней частотой 5,3 Гц. ЭЭГ активность у обеих групп при «отвращении», соответствовала покою. Состояние тревоги способствовало появлению у 1 группы тета-ритма со средней частотой 4,2 Гц в отведениях: F3, F4, T3, T4, и смену альфа-ритма на бета-ритм в остальных фронтальных отведениях. У испытуемых 2 группы дельта-активность сменилась бета-активностью со средней частотой 19,3 Гц.

По результатам наших исследований было установлено, что основные изменения в активности головного мозга при стимулировании отрицательных эмоций, затрагивают в основном фронтальные и височные отведения.

В ходе эксперимента мы определили, от чего зависит характер и скорость отражения эмоций в данных электроэнцефалограммы. Во-первых это - от пола испытуемых (у юношей эмоции проявлялись на 4 секунд позже, нежели у девушек), а во-вторых - от того принимают ли испытуемые какие-либо успокоительные средства (у таких людей эмоции либо отсутствуют, либо проявляются спустя время например по истечении 25 секунд).

Межполушарное распределение ритмов ЭЭГ у студентов-правшей во время экзамена

Трушина Диана Александровна

Самарский государственный университет, Россия, Самара, truschina.diana@yandex.ru

В период экзаменационного стресса изменения функционального состояния головного мозга у студентов зависят от многих факторов, в том числе от характера межполушарных взаимоотношений. Однако этот вопрос требует дальнейшего изучения.

Целью работы явился анализ межполушарного распределения ритмов ЭЭГ у студентов-правшей во время экзамена. ЭЭГ регистрировали во фронтальных (Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, Fz), темпоральных (T3, T4, T5, T6), париетальных (P3, P4, Po3, Po4, Pz) и окципитальных (O1, O2, Oz) отведениях с использованием нейровизора NVX 36 digital DC EEG и анализировали по методу Е.А. Жирмунской (1991). Коэффициент праворукости (Кпр) определяли по Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1984), с учетом Кпр студенты были разделены на истинных (Кпр=100-90) и парциальных (Кпр=80-16) правшей.

В правом полушарии во время экзамена у парциальных правшей на ЭЭГ наблюдалось максимальное сосредоточение δ -ритма в лобной (Fp2, F4, F8) и височной (T4) долях. θ -ритм доминировал в отведениях Fp2, F4, F8, O2 и T4 и T6. Небольшое количество β -волн регистрировалось в отведениях Po4, P4 и O2, α -колебания невысокой амплитуды наблюдались в теменной (P4), лобной (Fp2, F4, F8) и височной (T4, T6) долях. У истинных правшей в правом полушарии δ -ритм отмечался в височной (T4 и T6), θ -ритм в лобной (Fp2, F4, F8), слабые α -волны в затылочной (O2) и теменной (P4) долях. В левом полушарии у парциальных правшей δ -ритм умеренной амплитуды встречался в лобной доле (Fp1, F3, F7), а в теменной доле (P3), несмотря на стрессовую ситуацию, сохранилась β -активность, что говорит о сочетании эмоций и мыслительных процессов. В левой гемисфере у истинных правшей доминировали δ -волны повышенной амплитуды и ярко выраженный θ -ритм в лобной доле (Fp1, F3, F7), свидетельствующие о значительном психическом напряжении.

Таким образом, пространственная картина ритмов ЭЭГ у студентов-правшей характеризуется смещением вектора активности из левого полушария в правое. Межполушарное распределение ритмов ЭЭГ зависит от выраженности моторной асимметрии, что подтверждается различиями в динамике ритмов ЭЭГ у истинных и парциальных правшей.

Решение арифметических примеров на умножение в условиях парадигмы

двойных задач

Фомина Анна Сергеевна

Южный федеральный университет, Россия, Ростов-на-Дону, a_bogun@mail.ru

В настоящее время актуально исследование нейрофизиологических механизмов навыка решения мыслительных задач как базовой компетенции. Это необходимо для понимания механизмов когнитивной деятельности, в образовательном и эргономическом аспектах. Цель работы - исследование решения примеров на умножение двузначных чисел в условиях двойных задач. Введение добавочной задачи как обратного маркера эффективности сложной позволяет оценить структуру решения и уровень когнитивного напряжения (КН), что вкупе с анализом нейрофизиологических коррелятов этапов решения позволит оценить структуру деятельности. Обследовано 50 человек (28 женщин, 22 мужчины), праворукие. Первая методика связана с выделением этапов решения. Участники нажимали на кнопку каждый раз после получения промежуточного результата и при получении окончательного. Вторая методика заключалась в решении примеров параллельно с простой аудиомоторной реакцией (ПАМР) без выделения этапов. КН разделялось на основании ВР ПАМР: КН1 - 100-400 мс, КН2 - 400-1000 мс, КН3 -

≥ 1000 мс и пропуски. В методиках было по 100 примеров. Стимулы предъявлялись на экране компьютера. Электрофизиологические показатели регистрировались с помощью электроэнцефалографа-анализатора «Энцефалан-131-03». Рассчитывались время (ВРеш) и качество решения (КРеш), число этапов, КН, спектральная мощность (СМ) диапазонов ЭЭГ и функции когерентности (КОГ).

Низкое КРеш характеризовалось длительным ВРеш, большим числом этапов, преобладанием КН3 и малой долей КН2; высокое КРеш связано с решением в 3 этапа, равной долей уровней КН для всех примеров суммарно и по отдельности. Успешное решение связано с высокой долей КН2, что подтверждено максимальной СМ для КН2 и КН3. Решение в 3 этапа связано с ослаблением СМ во всех диапазонах с сохранением 4 фокусов в лобно-центральной и теменной области слева, в правых теменно-височной и лобной зонах. Для когерентности сложные вычисления, КН2 и КН3 сопровождалась максимальными перестройками для лобно-теменно-височных взаимодействий.

Таким образом, предлагается метод оценки эффективности деятельности в зависимости от времени/качества решения, числа этапов и соотношения КН, что отражалось в динамике ЭЭГ и КОГ.