Казанский государственный медицинский университет
Отделение физиологических наук РАН
Академия наук Республики Татарстан
Российский центр неврологии и нейронаук
Физиологическое общество им. И.П. Павлова
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Казанский научный центр РАН





Всероссийский научно-практический форум «ГОРИЗОНТЫ ФИЗИОЛОГИИ: ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОТКРЫТИЙ К МЕДИЦИНЕ БУДУЩЕГО», посвященный 220-летию Казанской физиологической школы

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

12-14 ноября 2026 г.
Казанский государственный медицинский университет,
г. Казань, ул. Бутлерова, 49

Казанский государственный медицинский университет
Отделение физиологических наук РАН
Академия наук Республики Татарстан
Российский центр неврологии и нейронаук
Физиологическое общество им. И.П. Павлова
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Казанский научный центр РАН



Всероссийский научно-практический форум «ГОРИЗОНТЫ ФИЗИОЛОГИИ: ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОТКРЫТИЙ К МЕДИЦИНЕ БУДУЩЕГО»,

посвященный 220-летию
Казанской физиологической школы

Казанский государственный медицинский университет
12-14 ноября 2026 г.

Сборник тезисов

Казань, 2026

УДК 612
ББК 28.073
Г69

Г69 Всероссийский научно-практический форум «Горизонты физиологии: от фундаментальных открытий к медицине будущего», посвященный 220-летию Казанской физиологической школы, 12-14 ноября 2026 г.: Сборник тезисов. – Казань: изд-во ИП Сагиев А.Р., 2026. – 194 с.

Сборник издан с авторского листа, без редактирования.
Организаторы не несут ответственности за мнения авторов, достоверность и результаты, изложенные в публикациях.

© КГМУ, 2026
ISBN 978-5-6055370-8-3
© Оформление. Изд-во ИП Сагиев А.Р., 2026

КАЗАНСКАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА: 220 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ НАУКЕ И МЕДИЦИНЕ

Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

В 2026 году исполняется 220 лет со дня основания Казанской физиологической школы – одной из старейших и авторитетных научных школ России. По вкладу в развитие науки и высшего образовани, широте научных направлений, методическому уровню научных исследований Казанская физиологическая школа наряду с Московской и Санкт-Петербургской школами физиологии входит в число ведущих отечественных научных школ.

Казанская физиологическая школа начала свое развитие на медицинском факультете Казанского университета в 1806 году с открытием кафедры анатомии, физиологии и судебной врачебной науки. Несколько первых десятилетий физиология в Казани развивалась преимущественно как учебная дисциплина, первыми преподавателями были врачи разных специализаций - И.П. Каменский, И.О. Браун, К.Ф. Фукс, А.Е. Лентовский, В.Ф. Берви. В этот период преподавание физиологии в основном носило теоретический характер, а научные исследования, касающиеся физиологии, носили разрозненный характер.

Начало экспериментальной физиологии в Казанском университете связано с именем Ф.В. Овсянникова – выдающегося отечественного физиолога и гистолога, который возглавил кафедру физиологии и общей патологии в 1858 году. Овсянников организовал в Казанском университете одну из первых экспериментальных физиологических лабораторий в России, основал оригинальное морфофункциональное направление исследований нервной системы, начал использовать в преподавании демонстрацию физиологических экспериментов.

После отъезда Овсянникова в Санкт-Петербург кафедру физиологии в 1865 году в течение более чем четверти века возглавлял Н.О. Ковалевский. При нём были заложены основные традиции Казанской физиологической школы. Под руководством Ковалевского значительно расширился круг научных интересов кафедры, велись исследования в области нейрофизиологии, физиологии кровообращения, изучались регуляторные системы организма. В 1890 году было построено здание лабораторий медицинского факультета. В 1876 году по инициативе Ковалевского была основана вторая кафедра физиологии – на физико-математическом университете факультета. В 1891 году кафедру физиологии медицинского факультета возглавил Н.А. Мислявский, знаменитый тем, что определил локализацию и описал свойства дыхательного центра. При Мислявском кафедра становится одним из крупнейших научных центров физиологии в России. Под руководством Мислявского были выполнены масштабные исследования иннервации органов и тканей, локализации нервных центров в мозге, физиологии и морфологии вегетативной нервной системы, рефлекторной регуляции кровообращения, физиологии эндокринных желез. В свой казанский период деятельности В.М. Бехтерев совместно с Мислявским выполнил ряд важных работ по корково-висцеральному направлению в физиологии.

В 1903-1930 годах физиологическую кафедру физико-математического факультета возглавлял А.Ф. Самойлов, впервые зарегистрировавший электрокардиограмму в России. В 1929-1930 годах Самойлов также возглавлял кафедру физиологии медицинского факультета. Самойлов стал основоположником электрокардиографии в России. При Самойлове Казань стала ведущим центром электрофизиологических исследований в России. Самойлов один из первых в мире получил доказательства химического принципа нервно-мышечной синаптической передачи.

В 1930 году медицинский факультет был выведен из состава Казанского университета и получил статус Казанского государственного медицинского института (КГМИ). В 1935-1956 годах кафедру нормальной физиологии КГМИ возглавлял А.В. Кибяков. Им впервые в

мире была установлена химическая природа межнейрональной синаптической передачи на примере симпатического ганглия. Были проведены широкие исследования роли медиаторов в регуляции различных физиологических процессов. Была выявлена трофическая функция медиаторов, заключающаяся в регуляции функционального состояния иннервируемого органа или самого синаптического аппарата. В 1956-1982 годах кафедру нормальной физиологии возглавляла И.Н. Волкова. Под её руководством были продолжены исследования физиологической роли нейромедиаторов, при этом было сформировано новое клинико-физиологическое направление по изучению медиаторных процессов при патологических состояниях. Г.И. Полетаевым был освоен и внедрен на кафедре нормальной физиологии микроэлектродный метод регистрации электрических процессов возбудимых тканей, в частности, синапсов, что дало начало школе синаптологии в Казани. В 1982-1991 годах кафедру нормальной физиологии возглавлял Х.С. Хамитов. При нем были продолжены исследования роли медиаторов в физиологических процессах, в частности, была изучена трофическая роль медиаторов при регуляции сократительной активности гладкой мускулатуры в желудочно-кишечном тракте, сосудистой системы и других органах. Также велись исследования в области физиологии нервно-мышечной синаптической передачи.

В 1991-2020 годах кафедру нормальной физиологии Казанского государственного медицинского университета (КГМУ) возглавлял А.Л. Зефиров. Академик РАН А.Л. Зефиров разработал и развил новое научное направление - изучение клеточно-молекулярных механизмов функционирования возбудимых структур, в первую очередь синапсов, и путей их регуляции биологически активными веществами, нейромедиаторами, газообразными посредниками, липидами и другими биологически активными веществами. А.Л. Зефиров с возглавляемой им кафедрой выступил в качестве инициатора и ключевого организатора XVIII Съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова в Казани в 2001 году. В 2021 г. кафедру нормальной физиологии КГМУ возглавил и заведует по настоящее время М.А. Мухамедьяров. Под руководством М.А. Мухамедьярова ведутся масштабные исследования, посвященные изучению механизмов синаптической передачи и пластичности в центральных и периферических синапсах, исследованию фундаментальных механизмов патогенеза заболеваний нервной системы, разработке инновационных подходов к лечению неврологических заболеваний, а также по другим актуальным проблемам физиологии и медицины.

В период с 1930-х по 2000-е годы на кафедре физиологии человека и животных Казанского государственного университета были проведены масштабные исследования по физиологии нервно-мышечного аппарата, центральной нервной системы, а также по изучению роли медиаторов в физиологических процессах. В 2012 году кафедру физиологии человека и животных Казанского федерального университета (КФУ) возглавила и заведует по настоящее время Г.Ф. Ситдикова. Под руководством Г.Ф. Ситдиковой ведутся широкие исследования молекулярных механизмов внутри- и межклеточной сигнализации в возбудимых тканях в норме и патологии. Выполнены исследования по изучению механизмов действия газомедиаторов в сердце и различных отделах желудочно-кишечного тракта. Одно из направлений – изучение пренатальных предикторов патологий нервной системы на модели гипергомоцистеинемии.

В 1950 году в Казанском государственном педагогическом институте (КГПИ) была создана кафедра анатомии и физиологии. За период с 1950-х по 2000-ые годы на кафедре анатомии и физиологии КГПИ (университета с 1994 г.) была сформирована научная школа возрастной физиологии сердца, выполнены исследования, посвященных детальному анализу различных механизмов регуляции и адаптации сердечно-сосудистой системы. С 2008 года кафедру возглавляет Т.Л. Зефиров (В 2011 году кафедра преобразована в кафедру охраны здоровья человека КФУ). Под руководством Т.Л. Зефирова проводятся фундаментальные исследования молекулярно-клеточных механизмов регуляции развивающегося сердца, а

также прикладные исследования по возрастной физиологии сердца. Кроме того, исследуются механизмы адаптации у спортсменов с нарушениями зрения, слуха и опорно-двигательного аппарата.

В 1873 году в Казанском ветеринарном институте была основана кафедра физиологии сельскохозяйственных животных, в первые десятилетия преподавание вели преподаватели Казанского университета. Самостоятельное научное направление кафедра получила в 1910 году, когда её возглавил И.Г. Навалихин. Под руководством Навалихина и последующих заведующих кафедрой были проведены широкие исследования в области физиологии пищеварения, обмена веществ, нейрогуморальной регуляции внутренних органов сельскохозяйственных животных. С 2020 года кафедру физиологии, фармакологии и токсикологии Казанского государственного аграрного университета возглавляет А.М. Ежкова. Ведутся исследования принципов взаимодействия и роли нервно-гуморальных регуляторных систем в механизмах обеспечения оптимальной интенсивности метаболизма, роста, адаптации организма сельскохозяйственных животных к условиям периода развития, влияниям факторов внешней и внутренней среды.

В 1993 году в Казанском институте биологии Казанского научного центра РАН была организована лаборатория, которую возглавил Е.Е. Никольский (в настоящее время - лаборатория биофизики синаптических процессов КИББ КазНЦ РАН). За период с 1990-ых по 2010-ые годы в лаборатории академика РАН Е.Е. Никольского были проведены масштабные исследования по изучению механизмов функционирования и регуляции нервно-мышечных синапсов позвоночных животных, в которых были получены приоритетные научные результаты. В 2018 году лабораторию возглавил Д.В. Самигуллин. Под руководством Д.В. Самигуллина ведутся исследования механизмов синаптической передачи, а также разработка новых экспериментальных технологий и изучение механизмов нарушений нервно-мышечной и нейрональной функций при различных физиологических и патологических состояниях. В 2018 году в Институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН в рамках Международного научно-инновационного центра нейрохимии и фармакологии была создана лаборатория нейрофизиологии. Заведующим лабораторией является К.А. Петров. Под руководством К.А. Петрова исследуется роль холинэстеразы в процессах передачи информации в холинергических синапсах, ведутся исследования по разработке терапии болезни Альцгеймера, основанной на применении высокоселективных ингибиторов холинэстеразы нового поколения.

С 2011 года физиологические исследования ведутся на кафедре медико-биологических дисциплин в Поволжском государственном университете физической культуры, спорта и туризма. Выполняются исследования в области спортивной физиологии, в частности, по медико-биологическому сопровождению подготовки спортсменов, адаптации организма спортсменов к мышечным нагрузкам, функциональной подготовке спортсменов и управлении их тренировочным процессом на основе оценки функциональных возможностей организма. Кафедру возглавляет А.Т. Исхакова.

Сегодня Казанская физиологическая школа продолжает уверенно развиваться и по праву считается одной из ведущих научных школ России. В настоящее время научные исследования в области физиологии, преподавание физиологических дисциплин, подготовка ученых-физиологов в Казани ведутся на базе Казанского государственного медицинского университета, Казанского (Приволжского) федерального университета, Казанского научного центра РАН, Казанского государственного аграрного университета, Поволжского государственного университета физической культуры, спорта и туризма. На базе кафедры нормальной физиологии КГМУ функционирует Татарстанское отделение Физиологического общества им. И.П. Павлова, которое обеспечивает плодотворное научно-организационное сотрудничество между физиологами Казани, Татарстана и других регионов России, проводит регулярные заседания, организует научные конференции. Председателем Татарстанского

отделения и Ассоциации Приволжских отделений Физиологического общества им. И.П. Павлова является заведующий кафедрой нормальной физиологии М.А. Мухамедьяров. Сегодня Казанская физиологическая школа находится на новом этапе своего развития – казанские физиологи активно развивают как фундаментальные, так и прикладные инновационные исследования в области нейрофизиологии, нервно-мышечной, сердечно-сосудистой, спортивной физиологии на стыке со смежными биомедицинскими и клиническими науками с применением самых современных методических подходов.

НОВЫЕ ВЫЗОВЫ В ИЗУЧЕНИИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Илларионкин С.Н.
Российский центр неврологии и нейронаук, Москва

Болезнь Альцгеймера – наиболее распространенная причина деменции и одна из ключевых проблем современной медицины. Последние годы ознаменовались серией впечатляющих открытий в области биомаркерной диагностики заболевания, а также в подходах к ее лечению и многоуровневой профилактике. Важную роль в изучении фундаментальных основ болезни Альцгеймера играют новые экспериментальные модели (органоиды и ассемблоиды, микрофлюидные системы, цифровые модели). Основные вызовы в изучении болезни Альцгеймера в настоящее время связаны с воздействием на модифицируемые факторы риска, разработкой клинико-биологической концепции заболевания, внедрением неинвазивных молекулярных методов диагностики (включая переход с ликворных маркеров на белковые показатели крови), разработкой и оценкой эффективности антиамилоидных и других инновационных терапевтических стратегий.

ЗРЕНИЕ БЕЗ ФОТОРЕЦЕПТОРОВ: ОТ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ДО КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ

Фирсов М.Л.
Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Санкт-Петербург

Присуждение Нобелевской премии по физиологии и медицине 2026 года Петеру Хегеманну, Георгу Нагелю и Карлу Дейссероту за открытия, заложившие основы оптогенетики, стало признанием одного из наиболее значительных достижений современной нейробиологии. Первоначально оптогенетика возникла как технология управления активностью нейронов при помощи света. Сегодня оптогенетика - перспективный инструмент восстановления утраченных функций нервной системы, прежде всего зрения при дегенеративных заболеваниях сетчатки.

В лекции будет рассмотрен путь оптогенетического протезирования сетчатки от первых экспериментов на животных моделях до клинических испытаний, которые сегодня охватывают широкий спектр молекулярных конструкций и технологических решений. Два разных типа молекулярных протезов – каналородопсины и метаботропные опсины и их химеры, определяют две различающиеся стратегии протезирования зрения. Первый подход предъявляет мало требований к особенностям протезируемой клетки, проще в применении, однако пока не позволяет достичь приемлемой чувствительности протезированного зрения.

Использование метаботропных рецепторов должно позволить увеличить чувствительность примерно в 100 раз, но при этом требует адаптации экзогенного белка к эндогенным сигнальным каскадам протезируемых нейронов сетчатки.

Будет рассмотрена также проблема объективной оценки эффективности молекулярных зрительных протезов. Будет показано, почему традиционные методы исследования зрения не всегда позволяют адекватно оценить восстановленные зрительные функции и какие новые подходы к функциональному тестированию необходимы для дальнейшего развития оптогенетического протезирования.

МИКРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕВРОЛОГИИ И НЕЙРОФАРМАКОЛОГИИ

***Салмина А.Б.*[1,2], *Юрченко С.О.*[2]**
[1] Российский центр неврологии и нейронаук, Москва
[2] Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Москва

Разработка микрофизиологических систем в формате «мозг-на-чипе» является актуальной научно-технологической задачей, решение которой обеспечит значительный прогресс в понимании клеточно-молекулярных механизмов развития и пластичности мозга, расшифровке патогенеза заболеваний центральной нервной системы и старения головного мозга, а также в создании новых высокоэффективных фармакотерапевтических стратегий за счет применения современных платформ для скрининга лекарств-кандидатов и персонифицированного подбора лекарственных препаратов.

Вместе с тем, существующие микрофизиологические модели ткани головного мозга in vitro, как правило, лишены пластического потенциала, а некоторые феномены, характерные для активно функционирующего или стареющего головного мозга в них не воспроизводятся. Однако именно в неврологии, нейрофармакологии и нейробиоинженерии высока потребность в современных микрофизиологических моделях in vitro, в которых репродуцируются механизмы ускоренного старения головного мозга, характерного для нейродегенерации, механизмы нейропластичности, в том числе развития клеток и ткани головного мозга, а также механизмы биораспределения лекарственных соединений в ткани головного мозга, определяемые системным и локальным метаболизмом ксенобиотиков, транспортом в различных компартментах мозга и клиренсом ткани головного мозга.

Исследования и разработки, осуществляемые с 2022 года междисциплинарной командой Российского центра неврологии и нейронаук и МГТУ им. Н.Э. Баумана при поддержке крупных федеральных программ и грантов, ориентированы на создание современных in vitro моделей пластичного мозга, а также их цифровых двойников. В рамках двустороннего сотрудничества создан прототип двухбарьерной (гематоэнцефалический и гематоликворный барьеры) микрофизиологической системы мозга как компонент мультимодульной платформы для тестирования лекарственных препаратов, разрабатываются новые динамические модели развивающегося и стареющего головного мозга с использованием церебральных органоидов и ассемблоидов.

Создание подобного рода моделей сопряжено с решением широкого спектра задач в области клеточной и молекулярной физиологии, нейробиологии, нейрохимии, клеточной биологии, физики, гидродинамики, микрофлюидики, сенсорики, биофотоники, математического моделирования и фармакологии. Разрабатываемые протоколы позволяют максимально реалистично воспроизвести межклеточные и межтканевые взаимодействия, характерные для физиологического и патологического состояний в ткани головного мозга,

локальное микроокружение клеток разных видов, обеспечивают оценку их метаболизма и функциональной активности, регистрацию и управление коллективным поведением клеток. Такие продукты перспективны для обеспечения развивающегося отечественного сегмента разработки и производства новых фармакологических препаратов современными in vitro и in silico моделями для тестирования лекарств-кандидатов, идентификации новых молекулярных мишеней их действия с высокой точностью и информативностью, а также для оптимизации доклинических и трансляционных исследований в неврологии с использованием (пато)физиологически релевантных моделей, воспроизводящих ключевые механизмы нормальной и патологически измененной пластичности головного мозга.

ВНЕКЛЕТОЧНЫЕ ВЕЗИКУЛЫ КАК РЕГУЛЯТОРЫ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ И УСТОЙЧИВОСТИ НЕРВНОЙ ТКАНИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ

Силачев Д.Н.
Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И. Кулакова, Москва
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Внеклеточные везикулы (ВВ) представляют собой один из механизмов межклеточной коммуникации, обеспечивающий передачу биологически активных молекул и координацию клеточных ответов. Перенося белки, липиды и различные классы РНК, ВВ участвуют в регуляции тканевого гомеостаза и адаптации клеток к изменениям микроокружения. Особое значение везикулярная сигнализация приобретает в центральной нервной системе (ЦНС), где поддержание функциональной активности зависит от согласованного взаимодействия нейронов, глиальных клеток и компонентов нейроваскулярной единицы. Секреция ВВ клетками нервной ткани регулируется их функциональной активностью, а передаваемые везикулами молекулярные сигналы могут влиять на внутриклеточные регуляторные процессы, включая кальциевый гомеостаз, метаболическую адаптацию и механизмы клеточной выживаемости.

Важным аспектом физиологического действия ВВ является их способность модулировать сигнальные пути, определяющие устойчивость клеток к повреждающим воздействиям. При гипоксии и ишемии нарушение внутриклеточного кальциевого гомеостаза сопровождается митохондриальной дисфункцией, активацией патологических сигнальных каскадов и гибелью клеток. Вместе с тем регулируемые изменения цитозольной концентрации Ca^{2+} участвуют в запуске адаптивных реакций, направленных на поддержание клеточной жизнеспособности. В связи с этим особый интерес представляет способность ВВ влиять на кальциевую сигнализацию нейронов и астроцитов, а также на связанные с ней механизмы нейропротекции.

В наших ранее опубликованных исследованиях показано, что ВВ мезенхимальных стромальных клеток (МСК) обладают нейропротекторными свойствами в экспериментальных моделях травматического и гипоксически-ишемического повреждения головного мозга. Интраназальное введение ВВ-МСК способствовало уменьшению объёма повреждения нервной ткани и восстановлению сенсомоторных функций. В первичных нейроглиальных культурах применение ВВ-МСК ограничивало патологическую кальциевую перегрузку и последующую гибель клеток в условиях кислородно-глюкозной депривации. При этом выраженность кальциевой перегрузки нейронов снижалась на 42,1%, а доля некротических клеток после депривации была на 64,1% ниже контрольного уровня.

Показано, что ВВ-МСК индуцируют в астроцитах IP3-рецептор-зависимые кальциевые осцилляции, связанные с мобилизацией Ca^{2+} из внутриклеточных депо. Такие ответы наблюдались у большинства астроцитов и сопровождались повышением устойчивости как самих астроцитов, так и совместно культивируемых нейронов к последующей кальциевой перегрузке. Существенную роль в реализации нейропротекторного действия ВВ-МСК играет сигнальный путь PI3K/AKT, поскольку его фармакологическое ингибирование устраняло защитные эффекты в условиях кислородно-глюкозной депривации. Эти результаты указывают на возможность регуляции клеточной стрессоустойчивости посредством везикулярных сигналов и позволяют предполагать функциональное сходство наблюдаемых адаптивных ответов с механизмами клеточного прекондиционирования.

Таким образом, внеклеточные везикулы могут рассматриваться как значимые регуляторы межклеточной сигнализации, способные влиять на механизмы адаптации нервной ткани к метаболическому стрессу. Экспериментально установленные эффекты ВВ-МСК свидетельствуют о возможности повышения устойчивости нейроглиальных клеток к ишемическому повреждению посредством модуляции кальциевого гомеостаза и PI3K/AKT-зависимых механизмов клеточной выживаемости. Полученные данные расширяют представления о физиологических механизмах везикулярной регуляции и создают основу для дальнейшего изучения нейропротекторных и восстановительных процессов в ЦНС.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ: ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ К ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЕ XXI ВЕКА

Брежестовский П.Д.
Московский физико-технический институт, Долгопрудный
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Начало 2000-х годов ознаменовалось важным прорывом в биологии и медицине — расшифровкой генома человека. Было показано, что наследственная программа, записанная в геноме человека, включает примерно 20 тыс. генов, кодирующих белки. После расшифровки генома начали формироваться количественные представления о заболеваниях человека, обусловленных нарушениями в последовательностях ДНК. Было выявлено около 7 000 редких и распространённых генетических заболеваний и их число продолжает увеличиваться.

Генетические заболевания — это патологические состояния, вызванные одной или несколькими аномалиями в геноме. Они могут быть обусловлены мутацией в одном гене (моногенная аномалия), мутациями в нескольких генах (полигенная аномалия) или хромосомной аномалией. Были обнаружены патогенные варианты генов, кодирующих ионные каналы; эти варианты являются причиной различных неврологических заболеваний у детей и взрослых. В частности, было выявлено несколько эпилептических синдромов, вызванных специфическими каналопатиями.

Речь идёт прежде всего о мутациях в субъединицах потенциалозависимых натриевых, кальциевых и калиевых каналов, опосредующих генерацию и распространение потенциалов действия, а также о нарушениях ионотропных рецепторов ГАМК, глутамата (NMDA) и ацетилхолина, которые регулируют и обеспечивают синаптическую передачу. Усиление или ослабление активности этих белков приводит к аномальной генерации и распространению потенциалов действия, а также к нарушению возбудимости в нейрональных сетях и возникновению эпилептических кризов. Эти каналопатии охватывают спектр от

самоограничивающихся эпилепсий до эпилептических энцефалопатий развития и других форм эпилептических энцефалопатий. Некоторые из таких каналопатий обнаруживают выраженный ответ на определённые противосудорожные препараты (ПСП), тогда как другие ПСП могут оказаться неэффективными или даже усиливать судороги. Некоторые каналопатии характеризуются фенотипической плейотропией и могут вызывать другие неврологические заболевания, помимо эпилепсии.

Одним из типов генетических эпилепсий является синдром Драве — редкая форма эпилепсии, сопровождающаяся нарушениями психомоторного и неврологического развития. Первоначально болезнь была описана в 1978 году как тяжёлая миоклоническая эпилепсия младенческого возраста. Сходные формы заболевания были описаны во многих странах мира. Было также обнаружено, что этот тип эпилепсии не ограничивается младенчеством и детством, а сохраняется на протяжении всей взрослой жизни. Причиной этой патологии являются мутации в гене, кодирующем потенциал-управляемый натриевый канал.

Современная фармакотерапия носит главным образом симптоматический характер. Она обеспечивает адекватный контроль над судорогами менее чем у 5% пациентов и не позволяет смягчить прогрессирующие коморбидные нарушения нервно-психического развития. Поэтому в настоящее время идёт поиск новых подходов к лечению генетических заболеваний.

В лекции будет представлен анализ четырёх новых методов терапии, направленных на модификацию течения генетических заболеваний: (1) модуляции сплайсинга с помощью антисмысловых олигонуклеотидов (STK-001); (2) введения гена и активации транскрипции с использованием векторов на основе аденоассоциированного вируса (AAV) (ETX-101), которые показали обнадеживающие результаты в отношении контроля судорог и показателей развития на ранних этапах клинических испытаний; (3) повышения уровня транскрипции здорового аллеля на основе технологии CRISPRa, обеспечивающей точность воздействия без необратимых изменений генома; и (4) метода «прайм-редактирования» (prime editing) для прямой коррекции патогенных мутаций, позволяющего избежать возникновения двунитевых разрывов ДНК.

Критически важным представляется, что выбор оптимальной терапевтической стратегии должен осуществляться строго индивидуально, на основе тщательного генетического тестирования (тип мутации), возраста пациента (раннее начало вмешательства является ключевым фактором успеха), а также с учётом сопутствующих нарушений и общего соматического статуса. Несмотря на имеющиеся риски, именно генная терапия представляет собой наиболее перспективную стратегию перехода от паллиативного лечения к этиопатогенетической коррекции заболеваний.

Работа поддержана грантом РНФ 26-15-00186.

ГЕННЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ И НЕЙРОРЕГЕНЕРАЦИИ

Ризванов А.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Генные и клеточные технологии открывают возможности для коррекции молекулярных нарушений при заболеваниях нервной системы и стимуляции восстановительных процессов. В докладе рассматриваются современные мировые достижения и ограничения генной терапии *in vivo* и *ex vivo*, а также применение генетически модифицированных клеток для доставки терапевтических белков.

Особое внимание уделено лизосомным болезням накопления с поражением нервной системы. Дефицит ферментов при этих заболеваниях приводит к накоплению субстратов, нарушению клеточного гомеостаза и нейродегенерации. Основные стратегии включают доставку функциональных копий генов вирусными векторами и трансплантацию генетически модифицированных гемопоэтических стволовых клеток. Секреция фермента модифицированными клетками и его захват клетками-реципиентами обеспечивают метаболическую перекрестную коррекцию. Переход этих подходов в клиническую практику иллюстрирует одобренная генно-клеточная терапия ранних форм метахроматической лейкодистрофии.

Представлены результаты экспериментальных исследований Казанского федерального университета по разработке генных и генно-клеточных подходов к терапии метахроматической лейкодистрофии, болезни Тея-Сакса и мукополисахаридоза I типа. Обобщаются данные по повышению активности дефицитных ферментов и использованию модифицированных клеток как источника терапевтических белков. Обсуждаются вопросы доставки в ткани нервной системы, биораспределения и иммуногенности разрабатываемых препаратов.

Патогенетическая коррекция и нейрорегенерация рассматриваются как взаимодополняющие задачи. Восстановление ферментативной активности не гарантирует восстановления уже поврежденных структур нервной системы. Поэтому нейрорегенеративные подходы важны как для восстановления функций после патогенетической терапии, так и для замедления нейродегенерации при отсутствии доступного патогенетического лечения. Отдельное направление — восстановление нервной ткани после травмы спинного мозга. В исследованиях КФУ изучаются генная доставка нейротрофических и ангиогенных факторов в спинной мозг, клеточные подходы, регуляция нейровоспаления и стимуляция аксонального роста.

НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ: ОТ ЗНАНИЙ О ПАТОГЕНЕЗЕ К РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ТЕРАПИИ

Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Сегодня в мире насчитывается более 250 миллионов человек с неврологическими заболеваниями. Из них более 65 миллионов приходится на пациентов с нейродегенеративными заболеваниями (НДЗ) – болезнями нервной системы, характеризующимися прогрессирующей гибелью нейронов. К НДЗ относятся болезнь Альцгеймера, болезнь Паркинсона, боковой амиотрофический склероз и др. К 2040 году прогнозируется около 100 миллионов пациентов с НДЗ. Одним из наиболее грозных нейродегенеративных ззболеваний является боковой амиотрофический склероз (БАС), характеризующийся гибелью мотонейронов, развитием параличей и атрофии скелетных мышц.

Несмотря на интенсивные исследования механизмов патогенеза НДЗ, до сих пор отсутствуют эффективные способы их лечения. К сожалению, знания о патогенезе НДЗ на клеточном и молекулярном уровне пока не дали «ключ» к разработке эффективной терапии. Системные, сетевые и синаптические механизмы патогенеза НДЗ изучены недостаточно глубоко. Малоизученным остается взаимодействие центральных и периферических механизмов в патогенезе НДЗ. Большинство применяемых сегодня терапевтических подходов способны лишь замедлить, но не остановить развитие нейродегенеративных

заболеваний. Активно ведутся разработки способов генной терапии, клеточной терапии, иммунотерапии, фармакотерапии, комбинирования различных терапевтических подходов при НДЗ.

Нами ведутся исследования в области разработки подходов для лечения бокового амиотрофического склероза (БАС). В частности, в модели БАС на трансгенных мышах был разработан способ лечения нейропатологических нарушений посредством введения препарата на основе индуцированных микровезикул, полученных из мезенхимных стволовых клеток. Введение индуцированных микровезикул увеличивает продолжительность жизни мышей с моделью БАС, замедляет развитие двигательных нарушений, корригирует процессы экзо-эндоцитоза синаптических везикул в двигательных нервных окончаниях, уменьшает выраженность нейровоспаления в спинном мозге у мышей с моделью БАС. Мы также выяснили, что генно-инженерные микровезикулы, полученные из мезенхимных стволовых клеток, экспрессирующих сосудистый эндотелиальный фактор роста и ангиогенин, обладают более высокой терапевтической эффективностью у мышей с моделью БАС в сравнении с микровезикулами, полученными из нативных мезенхимных стволовых клеток.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что применение микровезикул является перспективным подходом для коррекции нейропатологических нарушений в модели бокового амиотрофического склероза на трансгенных мышах.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2026 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан (соглашение № 13 от 05 августа 2026 года).

РОЛЬ ГОМОЦИСТЕИНА В РАЗВИТИИ НЕЙРОПАТОЛОГИЙ, СВЯЗАННЫХ С ГИПЕРВОЗБУДИМОСТЬЮ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Ситдикова Г.Ф.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Гипергомоцистеинемия (ГГц) это системное метаболическое заболевание, обусловленное нарушением обмена серосодержащих аминокислот (метионина и цистеина), что в конечном итоге приводит к аномально высокому уровню промежуточного метаболита — гомоцистеина. ГГц является фактором риска развития сердечно-сосудистых и неврологических расстройств, включая эпилепсию и мигрень. Действительно, повышенный уровень гомоцистеина в плазме крови наблюдается у 10–20% пациентов с эпилепсией, а тяжесть приступов мигрень коррелирует с уровнем гомоцистеина в плазме. Кроме того, полиморфизм метилентетрагидрофолатредуктазу (MTHFR, C677T вариант) коррелирует с высоким риском мигрени, а при наследственных формах ГГц, обусловленных дефицитом цистатионин β-синтазы наблюдаются неврологические симптомы с судорогами. Как эпилепсия, так и мигрень характеризуются нейрональной гипервозбудимостью, однако, ее механизмы в условиях повышенного уровня гомоцистеина не изучены. В настоящем докладе будут представлены экспериментальные данные, доказывающие повышенную чувствительность к развитию поведенческих и электрофизиологических коррелятов мигрени и эпилепсии в экспериментальных моделях у крыс с ГГц. Кроме того, будут представлены механизмы, лежащие в основе развития этих патологических состояний в условиях ГГц.

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ НАДЕЖНОСТИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Петров А.М.
Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Нервно-мышечный синапс — обеспечивает надежную передачу возбуждения от двигательного нейрона к мышечному волокну. При кратковременной или низкочастотной активности эффективность нервно-мышечной передачи близка к 100%, что обеспечивается в первую очередь высоким квантовым составом, т.е. на один пресинаптический потенциал действия освобождается несколько десятков до сотен порций (квантов) нейромедиатора. Вследствие “избыточного” освобождения нейромедиатора возникает постсинаптический ответ (потенциал концевой пластинки), пиковая величина которого как минимум в два раза превосходит порог для генерации мышечного ответа (потенциала действия). Однако в условиях длительной постоянной или прерывистой активности при умеренных и высоких частотах разряда двигательного нейрона происходит существенное снижение числа синаптических везикул, освобождающих нейромедиатор, в ответ на каждый стимул. В результате надежность нервно-мышечной передачи снижается ниже критического уровня в части синапсов, что ведет к потере мышечного ответа на потенциал действия мотонейрона. С возрастом нарушение нервно-мышечной передачи при интенсивной активности становится более выраженным, способствуя развитию быстрого мышечного утомления даже в отсутствие признаков атрофии мышечных волокон. Регуляторные механизмы функционируют на локальном и системном уровнях с целью контроля секреции нейромедиатора из двигательных нервных окончаний. С одной стороны, эти механизмы (например, пуринергическая система) обеспечивают активное угнетение секреции нейромедиатора при интенсивной активности для сохранения резерва синаптических везикул, которые могут быть потенциально вовлечены в нейропередачу при необходимости. С другой стороны, существуют адренергические механизмы, которые активируются при стрессовых ситуациях для мобилизации синаптических везикул и восстановления надежности нервно-мышечной передачи в условиях, когда активирована реакция “бей или беги”. Это позволяет мышце не только более эффективно реализовывать команды двигательных нейронов и усилить мышечный ответ, но и увеличить выработку ряда активных мышечных метаболитов (метабокинов) и миокинов, которые оказывают значительное (часто положительное) влияние на другие органы и ткани, включая сердце и мозг. Таким образом, надежность нервно-мышечной передачи тесно связана с метаболической и эндокринной функциями скелетных мышц.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Аглиуллин А.А.[1], Аглиуллин Э.А.[2]
[1] Республиканский клинический противотуберкулёзный диспансер, Казань
[2] Гимназия № 18 с татарским языком обучения – «Галәм», Казань

Сегодня медицина всего мира ставит перед собой новые вызовы. Однако до сих пор большинство людей имеют некоторые заболевания и особенности, которые нуждаются в лечении и диагностике. Так, по данным последних лет от 5 до 10 % детей подвержены сколиозу. Развитию данной болезни способствует учебная нагрузка, гаджеты и неадекватная физическая нагрузка.

С одной стороны государственный заказ формируется в области воспроизводства здорового поколения, с другой стороны – диагностика должна быть быстрой и не затратной. В случае со сколиозом нам помогает педиатр как мостик между всеми узкоспециализированными врачами. Однако таких мостиков можно возвести и между узкоспециализированными врачами и методами диагностики. Рассмотрим традиционный визуализационный метод – рентгенографию грудной клетки. Цель данного метода состоит в диагностике социально значимого заболевания туберкулёза. Однако также на снимке врач может увидеть признаки сколиоза и направить родителей с таким ребенком точечно к педиатру или другому специалисту. Это позволит сократить ценное время на диагностику и быстрее начать лечение в детском возрасте.

РОЛЬ РИАНОДИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ В НАРУШЕНИИ КАЛЬЦИЕВОГО ГОМЕОСТАЗА КАРДИОМИОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА

Алеева Р.Р., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Согласованное высвобождение и обратный захват кальция обеспечивают чередование сокращения и расслабления миокарда. Нарушение этих процессов при воздействии доксорубицина рассматривается как одно из звеньев его кардиотоксичности. Цель обзора — обобщить данные о роли рианодиновых рецепторов второго типа (RyR2) в нарушении кальциевого гомеостаза и сопряжения возбуждения и сокращения кардиомиоцитов.

В норме поступление кальция через каналы L-типа активирует RyR2 и вызывает высвобождение кальция из саркоплазматического ретикулума. Последующее снижение его цитозольной концентрации обеспечивает расслабление. Для сохранения этой последовательности необходимы ограничение спонтанного открытия RyR2 в диастолу и восполнение внутриклеточных запасов кальция.

Экспериментальные данные указывают на несколько механизмов воздействия доксорубицина на RyR2. В исследованиях одиночных каналов доксорубицин и его метаболит доксорубицинол вызывали первоначальную обратимую активацию, сменявшуюся устойчивым подавлением активности, связанным с окислением тиольных групп. Следовательно, действие антрациклинов нельзя свести к постоянному усилению открытия канала. Дополнительно доксорубицинол подавлял обратный захват кальция кальциевой АТФазой саркоплазматического ретикулума, усугубляя нарушение кальциевого обмена.

В изолированных кардиомиоцитах мышей доксорубицин нарушал связывание кальмодулина с RyR2 и усиливал диастолическую утечку кальция. Это сопровождалось уменьшением амплитуды кальциевого транзиента и укорочения саркомеров, а также замедлением спада кальциевого сигнала. Другой механизм включает активацию кальций/кальмодулинзависимой протеинкиназы II и усиление фосфорилирования RyR2, связывая окислительный стресс с нарушением регуляции канала. Генетическая стабилизация взаимодействия RyR2 с кальмодулином и фармакологическая стабилизация рецептора дантроленом уменьшали утечку кальция и ослабляли дисфункцию сердца в мышиных моделях.

Таким образом, RyR2 представляет собой одно из звеньев, связывающих воздействие доксорубицина с потерей согласованности внутриклеточного кальциевого цикла. Ограничение диастолической утечки необходимо для сохранения запасов кальция, полноценного систолического ответа и своевременного расслабления. Экспериментальные результаты обосновывают изучение стабилизации RyR2 как подхода к кардиопротекции.

ЛИЗОСОМАЛЬНОЕ ЗАКИСЛЕНИЕ КАК УСЛОВИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ ФУНКЦИИ КАРДИОМИОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА

Алеева Р.Р., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Сохранение функции кардиомиоцитов зависит от непрерывного обновления белков и органелл. Важную роль в этом процессе играет аутофагия, завершающаяся лизосомальным расщеплением клеточного материала. Нарушение кислой среды лизосом при воздействии доксорубицина позволяет рассмотреть кардиотоксичность через недостаточность механизмов клеточного обновления. Цель обзора — обобщить данные о значении лизосомального закисления для аутофагического потока и устойчивости кардиомиоцитов к доксорубицину.

В норме протонная АТФаза поддерживает кислую среду лизосом, необходимую для активности гидролитических ферментов. После слияния аутофагосомы с лизосомой образуется аутолизосома, в которой расщепляется захваченный материал. Поэтому эффективность аутофагии определяется прохождением всей последовательности от образования аутофагосом до деградации их содержимого — аутофагическим потоком.

В экспериментальных моделях доксорубицин повышал внутрилизосомальный pH, снижал активность катепсинов и нарушал деградацию аутофагического груза. Накопление аутолизосом указывало на дефект завершающего этапа процесса. Следовательно, увеличение числа аутофагических структур само по себе не доказывает усиления клеточного очищения. При ограниченной способности лизосом к расщеплению дополнительное образование аутофагосом может увеличивать нагрузку на систему утилизации.

Функциональное значение закисления подтверждается опытами по восстановлению лизосомальной среды. В работе на кардиомиоцитах и мышах доставка подкисляющих наночастиц улучшала аутофагический поток, уменьшала митохондриальную дисфункцию и окислительный стресс, а также ослабляла повреждение сердца при воздействии доксорубицина. Эти результаты поддерживают связь между эффективностью лизосомальной деградации и сохранением клеточных функций. Вместе с тем в других экспериментальных условиях активация аутофагического потока участвовала в повреждении миокарда, опосредованном нейтрофильными внеклеточными ловушками. Поэтому усиление аутофагии нельзя считать универсально защитным эффектом.

Таким образом, лизосомальное закисление обеспечивает завершённость внутриклеточной деградации и является одним из условий поддержания функциональной устойчивости кардиомиоцитов. При доксорубициновом воздействии принципиально важно учитывать согласованность образования аутофагических структур и их последующей утилизации, а восстановление кислой среды лизосом обосновано как экспериментальный подход к кардиопротекции.

ВЛИЯНИЕ МИОРЕЛАКСАНТОВ И ПРЕПАРАТОВ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ НА СОДЕРЖАНИЕ МОНООКСИДА АЗОТА ПРИ АНАЛИЗЕ МЕТОДОМ ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПИНОВОЙ ЛОВУШКИ

Арсланов А.И.[1], Андрианов В.В.[1,2,3], Дерябина И.Б.[2], Базан Л.В.[1], Гайнутдинов Х.Л.[1,2]
[1] Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань
[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
[3] Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА, Москва

Расслабление тонуса мышц при анестезии с помощью наркотических анальгетиков происходит посредством торможения центров в ядре ствола головного мозга и двигательных путей спинного мозга, нисходящих к мышцам. При этом применение наркотизирующих медикаментозных препаратов для обезболивания и общей анестезии при хирургических операциях может быть либо общим, либо избирательным, угнетающим именно ноцицептивную передачу, либо локальным при торможении проведения на уровне периферических нервов или спинного мозга. При этом миорелаксанты оказывают не общее центральное торможение, а избирательное при передаче сигнала в двигательной концевой пластинке, этим достигается выключение нервно-мышечной передачи. Особая важность в применении миорелаксантов как отдельного компонента фармакологической анестезии связана с возможностью значительного снижения общей глубины наркоза, и, таким образом, с возможностью серьезного снижения вероятности осложнений, вызываемых состоянием глубокого наркоза.

Нами методом ЭПР-спектроскопии было исследовано влияние некоторых вариантов фармакологической анестезии, обязательной при применении в исследованиях на животных моделях, на уровень продукции монооксида азота в тканях организма

Материалы и методы. У наркотизированных крыс производили изъятие образцов печени и проводили измерение содержания оксида азота (NO) методом ЭПР-спектроскопии с применением спиновой ловушки. Для анестезии применяли три различных препарата: уретан, золетил и ксилазин.

Результаты и обсуждение. При моделировании травмы повреждали центральную область левой лобной доли головного мозга, и затем спинной мозг на уровне первого поясничного позвонка. Установлено, что через семь суток после травмы происходит достоверное снижение содержания NO в поврежденном участке мозга и значительное, но недостоверное снижение в неповрежденной контрлатеральной области мозга. Показано также снижение содержания NO в печени. Полученные данные свидетельствуют о глубоком системном метаболическом ответе организма и развитии дисфункции эндотелия после СТГСМ не только в тканях мозга, но и в отдаленных органах, таких как печень.

Заключение. Полученные результаты дают новую информацию по содержанию свободного NO в повреждаемых при сочетанной травме мозга тканях головного и спинного, и открывают возможности поиска новых методов терапии.

Источник финансирования: Работа поддержана госзаданием для Казанского физико-технического института ФИЦ КазНЦ РАН.

ХАРАКТЕР И РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ДИСФУНКЦИИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У ПАЦИЕНТОВ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННЫМ ГИПО- И ГИПЕРТИРЕОЗОМ

Арустамян Д.С., Леонтьева И.В., Проценко Е.Д.
Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького, Донецк

Нарушения в гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой регуляторной оси при тиреоидной дисфункции могут манифестировать адренокортикальный дисбаланс, который при назначении левотироксина может спровоцировать аддисонический криз, а у пациентов с гипертиреозом – усугубить метаболические нарушения.

С целью оценки характера, частоты и клинико-лабораторных биомаркеров дисфункции коры надпочечников у пациентов с впервые выявленным гипо- и гипертиреозом до начала специфической терапии обследовано 120 пациентов с впервые выявленной тиреоидной патологией: I группа пациентов (n=60) с манифестным первичным гипотиреозом (ТТГ > 10 мМЕ/л, сТ4 ↓); II группа пациентов (n=60) с манифестным тиреотоксикозом (ТТГ < 0,1 мМЕ/л, сТ3/сТ4 ↑); контрольную группу составили 30 здоровых добровольцев, сходных по полу и возрасту. Всем участникам исходно (до лечения) проводилось определение базального кортизола сыворотки в 08:00, АКТГ, ДГЭА-С, альдостерона, суточной экскреции свободного кортизола с мочой; при пограничных значениях кортизола использовали стимуляционный тест с 250 мкг тетракозактида. Дисфункция коры надпочечников определялась как недостаточный пик кортизола (<500 нмоль/л) либо превышение референсных значений

Нарушения функции коры надпочечников выявлена у 38,3% обследованных пациентов с тиреоидной патологией против 6,7% в контрольной группе ($p<0,001$). В I группе адренокортикальная недостаточность диагностирована у 26,7% пациентов, проявлялась снижением базального кортизола (358±72 нмоль/л против 462±85 нмоль/л в контроле, $p<0,01$), уровня ДГЭА-С на 34%, неадекватным ответом на стимуляцию у 11,7% обследованных. Во II группе функциональные нарушения зарегистрированы у 50% пациентов: у 33,3% – повышение базального кортизола (596±104 нмоль/л) с нарушением циркадного ритма и снижением кортизолового резерва при повторной стимуляции, у 16,7% имела место относительная надпочечниковая недостаточность на фоне ускоренного метаболического клиренса кортизола. Установлена обратная средней силы корреляционная связь уровня сТ4 с ДГЭА-С ($r = –0,42$; $p<0,01$) и прямая – с базальным кортизолом ($r = +0,51$; $p<0,001$).

Таким образом, нарушение функции коры надпочечников у пациентов с впервые выявленной тиреоидной патологией встречается значительно чаще, чем в общей популяции, и носит разнонаправленный характер: при гипотиреозе преобладает гипофункция, при гипертиреозе – функциональное напряжение с истощением резервного потенциала. Каждому четвёртому пациенту с впервые выявленным гипотиреозом и каждому второму с тиреотоксикозом показано исходное исследование функционального состояния коры надпочечников до начала специфической терапии.

ВЛИЯНИЕ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСТНОЙ ТКАНИ У КРЫС: ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И ПРЕДЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Ахметзянова А.И., Насибуллина И.В., Харин Н.Е., Балтина Т.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Травма спинного мозга (ТСМ) приводит к снижению минеральной плотности и ухудшению прочности костей. Влияние тяжести ТСМ на механические свойства костей и динамика этих изменений остаются недостаточно изученными.

Настоящее исследование посвящено сравнительной оценке механических параметров бедренной и большеберцовой костей у крыс линии Вистар после моделирования ТСМ различной тяжести. Цель исследования – сравнительный анализ модуля упругости и предела прочности берцовых и бедренных костей при контузионной (КТСМ) и полной (ПТСМ) травме спинного мозга в сроки от 7 до 120 суток. Выявить наиболее репрезентативный костный образец для комплексной оценки последствий ТСМ, способный выступать в качестве надёжного биомаркера посттравматической остеопении при проведении доклинических экспериментальных исследований.

Исследовали образцы костей крыс массой 180–200 г. КТСМ моделировали на уровне Th8–Th9 по методике A. R. Allen, ПТСМ – путем перерезки спинного мозга. Проводили испытания костей на трехточечный изгиб; рассчитывали модуль упругости и предел прочности.

После ПТСМ на 7-е сутки наблюдалось повышение модуля упругости берцовой кости на 11%, а к 42-м суткам зафиксировано снижение на 71%. После КТСМ на 42-е сутки регистрировали повышение на 7%, а к 120-м суткам снижение на 23%. В бедренной кости отмечали повышение модуля упругости на 19% при ПТСМ на 7-е сутки, а к 42-м суткам происходило снижение на 78%. После КТСМ на 21-е сутки наблюдали снижение на 61%, а на 35-е сутки – повышение на 149%.

Предельное напряжение берцовой кости снизилось при ПТСМ на 7-е сутки на 9%, а на 42-е сутки на 54%. После КТСМ к 30 суткам происходило снижение в пределах 4–13%, на 35-е сутки снижение на 56%, а к 120-м суткам отмечали повышение на 13%. При ПТСМ на 28-е сутки констатировали снижение предельного напряжения в бедренной кости на 66%, на 35-е сутки наблюдали частичное восстановление до 12%, а на 42-е сутки происходило падение на 80%. После КТСМ на 7-е сутки фиксировали снижение на 29%, на 42-е сутки снижение на 56%, а к 120-м суткам происходило частичное восстановление до 41%.

Таким образом, ТСМ вызывает изменения механических свойств костной ткани, характер которых зависит от типа кости и тяжести травмы. При этом берцовая кость демонстрирует более высокую чувствительность к изменениям при КТСМ, что свидетельствует о неодинаковом характере механического ответа берцовой и бедренной костей и обосновывают целесообразность их совместной оценки при экспериментальном изучении посттравматических изменений костной ткани. Полученные данные подчёркивают необходимость комплексного подхода к оценке механических свойств костной ткани при ТСМ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, грант № 25-21-00834.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ МОЗГА ПРИ ЯРКО ВЫРАЖЕННЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЭГ

Ахметханова А.О., Макаренко Т.Г.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Одним из важных показателей функционального состояния организма является его церебральная деятельность, оцениваемая параметрами электрических процессов, в частности электроэнцефалограммы (ЭЭГ), ритмы которой отражают нейронные связи, объединяя разные зоны коры и подкорковых образований в динамические рабочие ансамбли. Вопрос регуляции эмоциональных состояний является одним из фундаментальных вопросов психологии, психофизиологии, поскольку степень развития процессов регуляции оказывает прямое влияние на успешность любого вида произвольной активности, в том числе профессиональной деятельности.

При неумении регулировать свое психоэмоциональное состояние происходит нарушение физического, психического и социального благополучия, уменьшается период работоспособности, снижается качество жизни.

Традиционно изменение психоэмоционального состояния можно выявить методами стандартизированного самоотчета – тестами. Между тем, одним из важных показателей функционального состояния организма, в том числе и реагирования на эмоциональные ситуации, является его церебральная деятельность, оцениваемая параметрами электрических процессов, в частности электроэнцефалограммы (ЭЭГ), ритмы которой отражают нейронные связи, объединяя разные зоны коры и подкорковых образований в динамические рабочие ансамбли.

Представляет интерес комплексное рассмотрение проявлений изменения психоэмоционального состояния человека совокупностью методов психологических тестов и психофизиологического метода ЭЭГ.

ЭЭГ человека проявляет ритмическую активность в состоянии покоя и пробуждения. Известно, что кора имеет нейронные сети, которые производят спонтанные ритмы. Через таламо-корковые соединения сетчатая сеть и ядра таламуса стимулируют или десинхронизируют кортикальные потенциалы.

В нашей работе рассмотрен метод ЭЭГ, который регистрирует мозговую деятельность. Данный метод выбран, основываясь на литературных данных, утверждающих, что ЭЭГ-показатели отражают не только интенсивность эмоции, но и позволяют дифференцировать ее знак.

Обобщая, отметим, что, эмоциональные состояния отражают отношение личности к ситуации. Эмоциональные состояния характеризуются устойчивостью и протяженностью во времени, а также содержат оценку происходящих событий и выражаются посредством разнообразных эмоций. Эмоциональные состояния выполняют регулирующую роль в любой сфере деятельности.

Для диагностики знака эмоциональных реакций необходимо использовать комплекс показателей суммарной активности мозга (ЭЭГ) что дает возможность выявить психоэмоциональные напряжения, когда психологические тестирования показывают пограничные показатели, а также, выявлять скрытые неосознанные процессы и улавливать психофизиологические механизмы.

ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПЕДАГОГОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗВИТИЯ СТРЕССА

Багнетова Е.А.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Педагогический труд относится к специфической профессиональной группе, в которой присутствует повседневное взаимодействие с обучающимися всех возрастов на разных уровнях образования. Требования к качеству этого взаимодействия всегда были и остаются чрезвычайно высокими, особенно при работе с детьми и подростками. Профессию педагога можно характеризовать как потенциально стрессогенную, предрасполагающую к развитию стойкого эмоционального, социально-психологического и физиологического напряжения. Хронический стресс, обусловленный перечисленными факторами, не только ухудшает психоэмоциональное состояние и профессиональную эффективность, но и инициирует личностные деформации, включая изменения в мотивациях, ценностных ориентациях и профессиональной идентичности, что неизбежно сказывается на качестве обучения и взаимоотношений с обучающимися.

В исследовании участвовали 75 педагогов общеобразовательных школ ХМАО-Югры, женщины зрелого возраста (первого, второго и третьего периодов), без хронических и острых заболеваний, не принимающих гипотензивных препаратов. Признаки профессиональной деформации и развития стресса оценивались по методике А.Б. Леонова. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) определялось путем вычисления индекса функциональных изменений (ИФИ), дающего возможность характеризовать адаптационные компенсаторно-приспособительные механизмы. Статистическая обработка данных производилась с учетом нормальности распределения выборки.

Из показателей профессиональной деформации на высоком уровне сформированы такие шкалы как «Эмоциональное выгорание (ЭВ)» (61,91±9,87), «Невротические сдвиги» (54,59±9,58), тип личности «А» (53,68±7,28). Показатель «Поведенческие факторы риска» соответствует среднему уровню развития (48,86±6,31). Переживание хронического стресса сформировано на высоком уровне (60,04±8,37).

ИФИ рассматривается как прогностический показатель, его значение у педагогов соответствует 2,63±0,07, что трактуется как напряжение регуляторных систем организма. Корреляционная взаимосвязь между ИФИ и показателем ЭВ в группе педагогов зрелого возраста первого периода слабая прямая (r = +0,15), в группе среднего возраста второго периода умеренная (r = + 0,37) и у педагогов пожилого возраста заметная (r = +0,57).

Выявлены прямые корреляционные связи умеренной силы между индексом функциональных изменений и показателем хронического стресса (r = + 0,32), между ИФИ и выраженностью невротических сдвигов (r = + 0,30). Между ИФИ и наличием типа личности А – присутствует слабая обратная связь (r = - 0,28).

Исследование показало присутствие признаков профессиональной деформации и развития стресса у значительного количества педагогов. Наблюдается рост коэффициента корреляции между ИФИ и ЭВ с увеличением возраста педагогов, а также взаимосвязь между ИФИ и показателями хронического стресса и невротических сдвигов. Выявленные связи между ИФИ и развитием хронического стресса, эмоционального выгорания и других признаков профессиональной деформации свидетельствуют о целесообразности регулярного мониторинга психоэмоционального состояния педагогов.

РЕАКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ГЕМОДИНАМИКИ У СПОРТСМЕНОВ ПО ЦИКЛИЧЕСКИМ ВИДАМ СПОРТА ПРИ НАГРУЗОЧНОМ ТЕСТИРОВАНИИ

Бахарева А.С., Шибкова Д.З.
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Результативность и спортивное долголетие сопряжено с формированием высоких уровней специфических резервных возможностей систем обеспечения работоспособности атлетов. На основе информированного согласия, в исследование были включены практически здоровые квалифицированные спортсмены по циклическим видам спорта: лыжники, пловцы и легкоатлеты. По показателю относительной средней скорости (v) на ступени максимальной интенсивности нагрузочного тестирования на беговой безмоторной дорожке, обследуемые были дифференцированы на две группы: 1-ую (n=61) составили спортсмены с относительно высоким уровнем скорости 19,13 (18,69-19,66) ; 2-ую группу (n=30) – атлеты с относительно низкими значениями 16,82 (15,75-17,47) км/ч. Возраст и рост атлетов не имели значимых различий. Анализ компонентного состава тела выявил, что значения общей массы, относительной жировой и безжировой массы тела, ИМТ были значимо выше во 2-ой группе, особенно высокое различие было по относительной жировой массе (39,02%). Выявленные особенности определялись распределением в группах доли лыжников, атлетов и пловцов. Так, более высокая масса тела во 2-ой группе была обусловлена численностью пловцов (53,33%), доля легкоатлетов составила 30,00%, а лыжников 16,66%. В первой группе, наоборот доля пловцов составила 9,83%, легкоатлетов – 14,75% и лыжников – 75,41%.

Физиологическим параметром, отражающим реактивность организма на возрастающие физические нагрузки, является показатель ЧСС, значения которого в группах испытуемых на ступенях нагрузочного тестирования увеличивались, согласно зонам интенсивности и не имели статистически значимых межгрупповых различий. Однако спортсмены при одинаковой интенсивности нагрузки по ЧСС демонстрировали разную скорость двигательных действий. Динамика значений артериального давления на первых 30 секундах после каждой нагрузочной ступени, также не имела значимых межгрупповых различий. Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС), меньшие значения которого свидетельствуют о повышении емкости кровеносного русла за счет перераспределения кровотока в скелетную мускулатуру, значимо различалось в группах в состоянии покоя. На ступенях тестирования ОПСС в обеих группах падало более, чем в два раза, по сравнению с исходным уровнем, но динамика его значений у спортсменов 2-ой группы, с относительно более низкими показателями скорости, демонстрировала фазный характер, отражая компенсаторную реакцию организма, направленную на повышение венозного возврата крови. Механизмы венозного возврата крови в условиях нагрузочного тестирования у спортсменов различались, что в большей степени было обусловлено разными адаптивными реакциями на нагрузки при специализации спортсменов пловцов, легкоатлетов и лыжников и подтвердилось их распределением на группы по скорости двигательных действий. При оценке работоспособности спортсменов и её функционально-метаболического обеспечения, на наш взгляд, включение в выборку представителей разных видов спорта, приводит к искажению результатов и их интерпретации, механизмы адаптации характеризуются специфическими особенностями для спортсменов, специализирующихся в конкретных видах спорта.

ИНОТРОПНЫЕ ЭФФЕКТЫ СЕРОТОНИНА НА МИОКАРД ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИНТРАНАЗАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ АДРЕНОМИМЕТИКА КРЫСАМ

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Длительное применение интраназальных адреномиметиков повышает риск кардиальных осложнений. Препараты могут подавлять синтез серотонина — медиатора, регулирующего сосудистый тонус и сократимость миокарда. Серотонин-опосредованная регуляция сократимости миокарда и её изменения под действием интраназальных адреномиметиков у животных почти не изучены — это ограничивает понимание кардиальных рисков длительного применения назальных деконгестантов.

Цель. Оценить дозозависимое влияние серотонина на сократимость миокарда левого желудочка у крыс линии Wistar после 28-дневного интраназального введения адреномиметика.

Материал и методы. Исследование выполнено на крысах обоего пола линии Wistar в возрасте 79 дней (масса 235 ± 20,2 г). Крысы были разделены на контрольную группу и группу, получавшую интраназально «Називин» в течение 28 дней по описанной ранее методике. После введения уретанового наркоза (25% раствор, 800 мг/кг, внутрибрюшинно) изолировали полоски миокарда левого желудочка. Инотропную функцию регистрировали in vitro на тензометрической установке PowerLab (ADInstruments, Австралия). Концентрация серотонина (серотонина тартрат, Sigma) в рабочем растворе составляла 0,1; 1,0 и 10,0 мкмоль.

Результаты. В обеих группах (К и Н, n = 11) выявлен выраженный дозозависимый положительный инотропный эффект серотонина. В группе Н сила сокращения миокарда левого желудочка возрастала с 20,05 ± 1,51 мг до 32,68 ± 2,43; 49,42 ± 3,24 и 67,40 ± 3,43 мг при концентрациях 0,1; 1,0 и 10,0 мкмоль соответственно ($p < 0,05–0,01$). В контрольной группе К исходная сила сокращения была выше (24,27 ± 1,01 мг) и увеличивалась до 34,70 ± 2,38; 50,98 ± 2,89 и 68,05 ± 3,32 мг ($p < 0,05–0,01$). Относительный прирост силы сокращения в группе Н (до 236,16 % при 10,0 мкмоль) превышал соответствующие значения в контроле (до 180,91 %), что указывает на изменение реактивности миокарда к серотонину после 28-дневного интраназального введения адреномиметика.

Выводы. Серотонин оказывает выраженный дозозависимый положительный инотропный эффект на миокард левого желудочка неполовозрелых крыс линии Wistar после длительного интраназального введения адреномиметика. Курс адреномиметика модифицирует реакцию миокарда, повышает прирост силы сокращения миокарда, указывая на изменение чувствительности к серотонину.

МОЛЕКУЛЯРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МОДУЛЯЦИИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОКСИМЕТАЗОЛИНА

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Длительное применение назальных деконгестантов на основе оксиметазолина приводит не только к локальной тахифилаксии и воспалению слизистой носа, но и к системным эффектам. Хроническая стимуляция рецепторов запускает каскад адаптационных реакций, потенциально затрагивающих сигнальные пути в отдалённых органах, в частности в миокарде.

Цель исследования: оценить динамику экспрессии генов адренергических и серотонинергических рецепторов в миокарде левого желудочка при длительном интраназальном применении оксиметазолина.

Методы. Эксперимент выполнен на крысах: опытная группа получала интраназально «Називин» в терапевтической дозе; забор ткани левого желудочка проводили на 7-й и 30-й день. Экспрессию генов *Adrb1, Adrb2, Htr2b, Htr2c, Adra1a, Adra2a* оценивали методом RT-qPCR (нормализация по *GAPDH* и *ACTB*, расчёт по методу $2^{-}\Delta\Delta Ct$); статистическую значимость принимали при $p < 0{,}05$.

Результаты. На 7-й день значимых изменений экспрессии целевых генов не выявлено. К 30-му дню отмечена статистически значимая активация экспрессии *Htr2b* (в 3,2 раза, p=0,0069), *Htr2c* (в 5,13 раза, p=0,0071) и *Adrb2* (в 3,30 раза, p=0,0063).

Механизмы адаптации реализуются по временной иерархии. На ранних этапах (до 7 дней) доминирует фосфорилирование рецепторов киназами GRK. На поздних этапах (к 30 дням) доминирует транскрипционная регуляция: активация факторов CREB и NF-κB приводит к изменению экспрессии генов, регулирующих сигнальные пути. В миокарде это потенциально нарушает адренергическую передачу — сначала за счёт быстрой модификации рецепторов, затем — за счёт изменения экспрессии генов, регулирующих сигнальные пути кардиомиоцитов.

Выводы. Длительное интраназальное применение оксиметазолина у крыс вызывает значимую активацию экспрессии генов *Htr2b, Htr2c* и *Adrb2* в левом желудочке, указывая вовлечение серотонинергических и адренергических путей.

ИНТРАНАЗАЛЬНЫЙ ОКСИМЕТАЗОЛИН И РЕГУЛЯЦИЯ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В СЕРДЦЕ: ВРЕМЯЗАВИСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ MAOA, SERT, TRPH1 В МИОКАРДЕ

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Интраназальные сосудосуживающие средства, включая оксиметазолин («Називин»), широко применяются в клинической практике, однако их способность проникать в системный кровоток обусловливает риск кардиальных осложнений. Особую значимость приобретает изучение молекулярных механизмов влияния препарата на регуляцию сердечной деятельности, в частности на экспрессию генов ферментов серотонинергической и адренергической систем в сердце и сосудах, определяющих сократимость миокарда и сосудистый тонус.

Цель исследования. Оценить времязависимое влияние интраназального введения оксиметазолина на экспрессию генов *Maoa, Sert, Trph1*, ассоциированных с метаболизмом и передачей влияния моноаминов, в миокарде левого желудочка у экспериментальных животных.

Методы. Эксперимент проведён на контрольной и опытной группах крыс. Опытная группа получала интраназально «Називин» в терапевтической дозе. Забор ткани левого желудочка осуществляли на 7-й и 30-й день эксперимента. Экспрессию целевых генов определяли методом RT-qPCR с нормализацией по референсным генам GAPDH и ACTB; расчёт относительного уровня экспрессии проводили по методу $2^{-\Delta\Delta Ct}$. Статистическую значимость различий оценивали при $p<0,05$.

Результаты. На 7-й день выявлено значимое снижение экспрессии гена *Maoa* на 52 % ($p<0,05$); для генов *Sert, Trph1* статистически значимых изменений не зарегистрировано. К 30-му дню выраженность эффекта ослабевала: снижение экспрессии maoa составило 34 %, но не достигало статистической значимости ($p=0,5982$). Для гена *Trph1* отмечена тенденция к снижению экспрессии — до 0,26 от уровня контроля ($p=0,0991$), что указывает на возможную позднюю модуляцию серотонинового пути.

Выводы. Интраназальное применение «Називина» оказывает избирательное и времязависимое влияние на экспрессию генов метаболизма моноаминов в кардиомиоцитах. Ранний этап (7-й день) характеризуется значимым подавлением экспрессии maoa, отражающим сдвиги в катаболизме моноаминов. К позднему сроку (30-й день) выраженность изменений ослабевает, однако сохраняются тенденции к модуляции ключевых генов, что свидетельствует о системных эффектах препарата.

РАСПРОСТРАНЯЮЩАЯСЯ КОРТИКАЛЬНАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ У КРЫС С ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИЕЙ В МОДЕЛИ ХРОНИЧЕСКОЙ МИГРЕНИ С АУРОЙ

Богатова К.С., Яковлева О.В., Яковлев А.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Мигрень представляет собой заболевание, характеризующееся приступами умеренной или сильной головной боли и обратимыми неврологическими и системными симптомами. Аура мигрени тесно связана с распространяющейся кортикальной депрессией/деполяризацией (РКД) — волной деполяризации нейронов и глиальных клеток. Экспериментальные и клинические исследования предполагают связь между повышенным уровнем гомоцистеина в плазме и/или цереброспинальной жидкости и частотой или тяжестью приступов мигрени. Так, было показано, что у пациентов с мигренью, особенно с аурой, уровень гомоцистеина в плазме крови выше, чем у здоровых лиц. Выявлено, что гипергомоцистеинемия (ГГц) вызывает нарушение функции эндотелия и окислительный стресс, которые могут участвовать в развитии мигрени.

Цель исследования — оценить особенности генерации и распространения кортикальной депрессии в соматосенсорной коре крыс с пренатальной гипергомоцистеинемией.

Эксперименты проводились на самцах крыс линии Wistar трёх групп: контроль (К), модель мигрени, вызванная аппликацией KCl на твёрдую мозговую оболочку (К–KCl), и ГГц–KCl — крысы с пренатальной ГГц и моделью мигрени. Регистрировали внеклеточный локальный полевой потенциал (ЛПП) и множественные потенциалы действия (МПД) при помощи 16-канального зонда (NeuroNexus Technologies, США). Анализировали спонтанную

активность нейронов коры, латентный период и амплитудно-временные параметры РКД. Для оценки повреждения нейронов головного мозга после генерации РКД использовали 2,3,5-трифенилтетразолия хлорид.

Анализ фоновой сетевой активности нейронов показал увеличение частоты МПД в группе ГГц–KCl относительно контроля. Аппликация KCl на твердую мозговую оболочку вызывала угнетение спонтанной активности нейронов во всех экспериментальных группах и вызывала генерацию РКД. В группе ГГц–KCl наблюдалось достоверное увеличение количества РКД, снижение латентного периода и увеличение амплитуды РКД по сравнению с контролем и группой К–KCl. Анализ жизнеспособности нейронов соматосенсорной коры мозга крыс после воздействия KCl показал увеличение некротического повреждения у крыс группы ГГц–KCl; площадь некроза была больше, что может объяснять задержку распространения волны РКД по слоям кортикальной колонки.

Таким образом, пренатальная гипергомоцистеинемия повышает возбудимость нейронов соматосенсорной коры, облегчает генерацию распространяющейся кортикальной депрессии и усиливает некротическое повреждение коры в KCl-модели хронической мигрени с аурой. Эти эффекты согласуются с данными о дисфункции митохондрий, энергетическом дефиците и окислительном стрессе при ГГц, которые делают нейроны более уязвимыми к РКД-вызванному повреждению.

ВЛИЯНИЕ ДИКЛОФЕНАКА НАТРИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛЕЙ-α КОСТНОГО МОЗГА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ *IN VIVO*

Бондоренко Д.В.[1], Погорелова И.А.[2]
[1] Клиническая больница №1 МЕДСИ, Московская область
[2] Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск

Цитокины представляют собой белки, которые способствуют передаче информации и сигналов между клетками. Механизм подобной передачи представляет собой воздействие гормонов на клетку и вырабатываются большим количеством клеток. Различают цитокины провоспалительные и противовоспалительные, основным из которых является фактор некроза опухолей-α (ФНО-α). Своё название он получил за способность вызывать геморрагический некроз у некоторых новообразований, однако позже было установлено, что он приводит к прогрессированию онкологии и её метастазированию. Выработка ФНО-α осуществляется моноцитами и макрофагами и приводит к выработке интерлейкина-1β, основного цитокина, приводящего к воспалению. Значение играет ФНО-α в патогенезе воспалительных заболеваний, особенно на фоне применения нестероидных противовоспалительных препаратов, основным из которых является диклофенак.

Материалы и методы. Исследование проведено на 64 самцах белых лабораторных мышей линии BALB в возрасте 6 недель и массой 18-25 грамм, рандомизированных на 5 групп. Первая - контроль (n=12), второй (n=10) смоделирован экспериментальный дерматит, обе группы получали внутримышечно физиологический раствор натрия хлорида в эквивалентных дозах. Третья и четвёртая группы (n=16) на фоне дерматита получали 1,5 и 3 мг/кг диклофенака натрия соответственно, пятой группе (n=10) вводился диклофенак натрия в дозе 3 мг/кг. Препарат вводился 2 раза на протяжении суток с 12-часовым интервалом на протяжении 96 часов. Дерматит моделировали 10% раствором доцедилсульфата натрия с последующим нанесением аллергена клеща домашней пыли в виде мази 2-3 раза в неделю на протяжении 7-10 дней. Концентрация ФНО-α определялась методом иммуноферментного

анализа в гомогенате костного мозга, извлечённого в стерильных условиях из бедренных костей. Статистически результаты считались достоверными при $p < 0,05$.

Полученные результаты. Во второй группе концентрация ФНО-α возрастает на 6,04%, в третьей группе на 23,22%, в четвёртой группе на 12,69% и в пятой группе на 8,67% в сравнении с показателями первой группы ($p > 0,001$). В третьей группе концентрация ФНО-α возрастает на 16,20%, в четвёртой на 6,28%, в пятой группе на 2,48% относительно показателей второй группы ($p > 0,001$). При сравнении показателей, полученных в первой группе, концентрация ФНО-α в первой группе снижалась на 7,98%, во второй группе на 2,42%, тогда как в третьей группе наблюдался рост на 13,39%, в четвёртой группе на 3,70% в сравнении с показателями, полученными в пятой группе ($p > 0,001$).

Выводы. Воспаление приводит к росту концентрации ФНО-α, введение диклофенака натрия приводит к росту, который имеет дозозависимый эффект.

ВЛИЯНИЕ АПОПТОТИЧЕСКИХ ТЕЛЕЦ МОНОНУКЛЕАРОВ ЧЕЛОВЕКА НА ПРОЛИФЕРАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК ЭНДОТЕЛИЯ IN VITRO

Бродовская Е.П., Безбородова А.П., Власова Т.И.
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск

Введение. Апоптоз играет ключевую роль в поддержании тканевого гомеостаза, регуляции клеточной численности и процессов регенерации, а образующиеся при этом апоптотические тельца (АпоТ) участвуют в межклеточной и иммунной регуляции. Мононуклеары периферической крови (PBMC) являются доступным источником клеток для получения АпоТ, содержащих биологически активные компоненты, потенциально способные влиять на восстановление тканей. В связи с этим изучение способов получения АпоТ из PBMC и их воздействия на фибробласты и эндотелиальные клетки представляет интерес для разработки клеточно-независимых подходов регенеративной медицины.

Цель исследования. Получить АпоТ из PBMC двумя физическими методами воздействия (термическое воздействие и УФ-облучение) и оценить их основные характеристики и биологические эффекты на эндотелиальные клетки пуповины (HUVEC).

Материал и методы. Для выделения фракции мононуклеаров (PBMC) периферическую кровь 6 здоровых доноров собирали в вакуумные пробирки с литий-гепарином, разводили средой RPMI-1640 двухкратно и наслаивали на фиколл (1:3). После центрифугирования (400 g, 45 мин) кольцо мононуклеаров отбирали, трижды промывали PBS и подсчитывали клетки на счетчике RWD C-100 с использованием 0,4% трипанового синего. Клетки суспендировали в 1 мл 10% RPMI-1640 и культивировали в чашках Петри при 37 °C и 5% CO_2 в течение 24 ч. После инкубации неприкрепившиеся клетки переносили в пробирки типа Eppendorf и промывали PBS. Для получения апоптотических телец (АпоТ) суспензию PBMC в PBS разделяли на две равные группы по 500 мкл. Одну подвергали термическому воздействию, вторую – УФ-облучению. Затем клетки инкубировали 2 ч при 37 °C и 5% CO_2. АпоТ выделяли последовательным центрифугированием: 400 g, 10 мин, 4 °C; 4000 g, 20 мин, 4 °C; 16 000 g, 30 мин, 4 °C. АпоТ идентифицировали по Annexin V^+/PI^+ методом проточной цитометрии.

Влияние АпоТ на пролиферативно-метаболическую активность HUVEC (УНУ ККК ИБР РАН) оценивали с помощью резазуринового теста. Клетки культивировали в 96-луночных планшетах, после чего в опытные группы вносили 20% АпоТ от объема. Через 24 или 72 ч добавляли резазурин (0,15 мг/мл) и регистрировали флуоресценцию (560/590 нм) на

Varioskan LUX. Жизнеспособность выражали в процентах относительно интактного контроля. При 72-часовой инкубации через 24 ч среду заменяли на свежую без FBS, факторов роста (VEGF), с добавлением гепарина.

Результаты. После выделения PBMC жизнеспособность клеток всех 6 доноров превышала 80%; среднее количество составило 2,9±1,4×10⁶ клеток/мл. Выход АпоТ составил 1281±658/мл после нагревания и 938±546/мл после УФ-облучения, средний размер составил 1,5±2,0 и 1,7±1,8 мкм.

Оба способа получения АпоТ продемонстрировали сходное биологическое действие. Добавление 20% АпоТ повышало метаболическую активность клеточной линии HUVEC как через 24 ч, так и через 72 часа.

Выводы. Оба способа получения АпоТ были сопоставимы по результатам. Показана способность АпоТ стимулировать пролиферативную активность клеточной культуры эндотелия сосудов пуповины. Биологическая активность АпоТ может быть связана с находящимися в них биологически активными веществами, факторами роста, и другими компонентами, участвующими в миграции и восстановлении тканей, что открывает перспективы в исследовании для регенеративной медицины.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ IN VITRO И IN VIVO ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕЙСТВИЯ КАДМИЯ КАК ПИЩЕВОГО КСЕНОБИОТИКА

Будкевич Р.О., Будкевич Е.В., Федорцов Н.М.
Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь

В ряде исследований показано, что пищевые ксенобиотики могут вызывать окислительное повреждение эритроцитов. Использовании пищевых молочнокислых бактерий с пробиотическими свойствами, обладающих протективным действием, позволяет защищать эритроциты от окислительного повреждения (Cuevas-González P.F. et al., 2021). Целью исследования было оценить возможность использования эритроцитов in vivo и in vitro при моделировании действия кадмия как пищевого ксенобиотика.

Материалы и методы. Для подготовки проб *in vitro* эритроциты крыс отмывали физиологическим раствором с последующим центрифугированием. В суспензию эритроцитов добавляли хлорид кадмия соответствующей концентрации. В исследованиях *in vivo* крысы употребляли хлорид кадмия с питьевой водой в дозе 50 ppm 1 месяц. Оксидативный стресс подтверждали по уровню антиоксидантных ферментов и глутатиона с использованием метода ИФА. Проводили оценку спектров комбинационного рассеяния гемоглобина (Власов А.П. и соавт., 2012) и атомно-силовую микроскопию (Demchenkov E.L. et al., 2021) с использованием прибора NTEGRA Spectra («NT-MDT», Россия). Оптическая микроскопия эритроцитов проведена на микроскопе Axio Imager A2 (Carl Zeiss, Германия). Определяли активность Na/K-АТФазы (Казеннов А.М. и соавт. 1984). Данные обработаны с использованием ANOVA (ПО «Statistica 10.0»).

Результаты. В экспериментах *in vitro* действие хлорида кадмия показало морфофункциональные изменения эритроцитов. Отмечено повреждающее действие на мембрану эритроцитов с образованием неспецифических (аномальных) форм клеток. Повышение концентрации хлорида кадмия при инкубации увеличивает коэффициент жесткости и модуль Юнга мембран эритроцитов. При концентрации хлорида кадмия 100 мкг/л обнаруживалось 95% аномальных эритроцитов (сжатие, снижение площади поверхности и объема), а уровень активности Na/K-АТФазы эритроцитов был снижен на

31,8%, без изменения показателей гемоглобина по показателям спектроскопии комбинационного рассеяния.

В экспериментах *in vivo* в эритроцитах по данным спектров комбинационного рассеяния нарушена способность гемоглобина связывать кислород. У крыс в плазме крови снижены уровень глутатиона и уровень ферментов (глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза, супероксиддисмутазы, каталаза), а также активность Na/K-АТФазы эритроцитов, что подтверждает развитие оксидативного стресса у крыс при пероральном поступлении хлорида кадмия в дозе 50 ppm.

Таким образом, при действии кадмия *in vivo* и *in vitro* развивается окислительный стресс и изменяется морфофункциональное состояние эритроцитов, что может быть использовано в дальнейшем как модель действия пищевых ксенобиотиков.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-26-00766.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРОТОКОЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ НА ЭПИЛЕПТИФОРМНУЮ АКТИВНОСТЬ В СРЕЗАХ ГИППОКАМПА МЫШЕЙ

Будылина Е.Д., Кипелкин И.М., Герасимова С.А., Лебедева А.В.
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

Эпилепсия поражает более 50 миллионов человек во всём мире; около 30 % пациентов страдают фармакорезистентной формой заболевания, при которой медикаментозная терапия недостаточно эффективна. Электрическая нейростимуляция является перспективным методом альтернативного лечения. Существующие протоколы основаны на прямоугольных импульсах, не воспроизводящих естественную активность нейронов. Нейроноподобные стимулы, генерируемые на основе модели ФитцХью–Нагумо, могут обеспечить более физиологичный подход к нейромодуляции.

Цель работы — сравнительная оценка эффективности подавления 4-аминопиридин (4-АП)-индуцированной эпилептиформной активности (ЭА) в переживающих срезах гиппокампа мышей C57Bl/6 при двух протоколах электрической стимуляции: классическом с прямоугольными импульсами (1, 5, 50, 100 Гц) и экспериментальном с нейроноподобными спайками (0,2; 1; 2 Гц), сгенерированными нейронной сетью на основе модели ФитцХью–Нагумо. Локальные полевые потенциалы (ЛПП) регистрировались стеклянным микроэлектродом в зоне CA1 гиппокампа. Статистику оценивали по критерию Вилкоксона ($p < 0,05$).

Концентрация 4-АП 10 мкМ признана оптимальной для индукции устойчивой ЭА. Среди протоколов прямоугольной стимуляции наибольший эффект показал режим 5 Гц: достоверное снижение скорости нарастания ЛПП в эпилептических срезах ($p < 0,05$). Высокочастотные протоколы (50 и 100 Гц) значимого эффекта не показали. При нейроноподобной стимуляции: 1 Гц — достоверное снижение амплитуды ЛПП ($p < 0,05$); 2 Гц — нормализация временно́й динамики ответа ($p < 0,05$).

Оба низкочастотных протокола — прямоугольные импульсы (5 Гц) и нейроноподобные спайки (1–2 Гц) — эффективно подавляют 4-АП-индуцированную ЭА. Различие в характере эффектов указывает на разные механизмы модуляции: прямоугольные импульсы преимущественно снижают нейронную синхронизацию, тогда как нейроноподобные спайки дополнительно вовлекают механизмы торможения. Результаты обосновывают

перспективность нейроноподобных стимулов на основе модели ФитцХью–Нагумо для разработки новых протоколов нейромодуляции при фармакорезистентной эпилепсии.

МЫШЕЧНО-СПЕЦИФИЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ СФИНГОМИЕЛИНАЗЫ НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ МЫШИ

Буймов А.А. [1,2]***, Ковязина И.В.*** [2,3]
[1] **Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань**
[2] **Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань**
[3] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**

Липидный состав пресинаптической мембраны критически важен для синаптической передачи, поскольку определяет динамику и стабильность рафтов — специализированных доменов, обогащенных холестерином и сфинголипидами. Ключевым ферментом, регулирующим состав этих доменов, является сфингомиелиназа (SMase), которая гидролизует сфингомиелин до церамида. Вытесняя холестерин из липидных рафтов, церамид изменяет латеральную диффузию мембранных белков и способен влиять на SNARE-комплекс, кластеризацию рецепторов, редокс-статус клетки и активность ацетилхолинэстеразы. Однако эффекты SMase на нервно-мышечную передачу у позвоночных, их мышечная специфичность и связь с редокс-контролем остаются малоизученными.

Целью работы было сравнить влияние SMase на спонтанную и вызванную секрецию ацетилхолина на изолированных нервно-мышечных препаратах *m. soleus* и диафрагмы мыши и оценить вклад редокс-механизмов в эффекты SMase с помощью антиоксиданта N-ацетилцистеина (NAC).

Полученные данные свидетельствуют о специфичности эффектов SMase относительно функционального профиля мышц. В *m. soleus* при низкочастотной стимуляции достоверных изменений миниатюрных потенциалов концевой пластинки (МПКП) и потенциалов концевой пластинки (ПКП) не выявлено; при ритмической стимуляции изменялась динамика снижения амплитуд ПКП и квантового выхода, что может указывать на преимущественно пресинаптические мишени SMase в синапсах этой мышцы.

В диафрагмальной мышце аппликация SMase снижала частоту МПКП и замедляла спад МПКП и ПКП, не изменяя выраженность синаптической депрессии при стимуляции нерва с частотой 10 и 70 Гц. NAC увеличивал частоту МПКП и ослаблял депрессию амплитуд ПКП при стимуляции нерва с частотой 70 Гц. После инкубации со SMase эти эффекты были существенно менее выражены. Кроме того, совместная аппликация SMase и NAC увеличивала длительность переднего и заднего фронта ПКП и МПКП. Полученные данные свидетельствуют о мышечно-специфичных постсинаптических эффектах SMase в регуляции нервно-мышечной передачи, а также о тесном взаимодействии липидных рафтов с редокс-системой.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФИЦ КазНЦ РАН.

ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС ПРИ АЛЛОКСАНОВОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ И ЕГО ДЭНС-КОРРЕКЦИЯ У КРЫС С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ

Буланова О.И. [1,3]***, Егоркина С.Б.*** [2]***, Зиннатуллина Р.Ф.*** [3]***, Давлетова А.И.*** [3]
[1] **Больница скорой медицинской помощи им. Р. С. Акчурина, Набережные Челны**
[2] **Ижевский государственный медицинский университет, Ижевск**
[3] **Представительство Казанского государственного медицинского университета в г. Набережные Челны**

Актуальность. Оксидативный стресс лежит в основе сахарного диабета и его осложнений. Гипергликемия запускает свободнорадикальное окисление и истощает антиоксидантную защиту. Индивидуальная стрессоустойчивость является одним из ключевых факторов, определяющих тяжесть метаболических нарушений, в связи с чем поиск эффективных немедикаментозных методов коррекции сохраняет актуальность. Динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) доступна для ограничения оксидативного повреждения, но её эффективность при разных фенотипах изучена недостаточно.

Цель исследования: оценить оксидативный стресс при аллоксановой гипергликемии и его коррекцию ДЭНС у крыс с разной стрессоустойчивостью.

Материалы и методы: Исследование проведено на 40 половозрелых беспородных крысах-самках, разделенных на группы по поведению в тесте «открытое поле»: стресс-устойчивые («активные») и стресс-неустойчивые («пассивные»). До начала экспериментов крыс делили на опытную и контрольную группы. Опытной группе животных ежедневно проводили динамическую электронейростимуляцию (аппаратом ДиаДЭНС-ПКМ), накладывая электроды прибора на хвост крысы на 10 минут. Контрольной группе животных на это же время накладывали не включенный прибор. Оксидативный стресс моделировали однократным введением аллоксана (170 мг/кг). Оценивали уровень глюкозы, гликированного гемоглобина, активность перекисного окисления липидов (ТБК-активные продукты) и антиоксидантной системы (каталаза). Статистическую обработку проводили с использованием U-критерия Манна–Уитни (IBM SPSS 27, $p<0,05$).

Результаты: Введение аллоксана вызвало гипергликемию у всех животных. У «активных» крыс уровень глюкозы повысился до 8,45±0,21 ммоль/л, гликированного гемоглобина — до 7,35±0,04 мкмоль/гHb (контроль: 5,4±0,21 ммоль/л и 4,17±0,05 мкмоль/гHb). Активность каталазы увеличилась на 53,32%, что свидетельствует о высокой эффективности антиоксидантной системы. У «пассивных» животных уровень глюкозы повысился на 118%, гликированного гемоглобина — на 185%, а содержание ТБК-активных продуктов увеличилось в 3,8 раза, что указывает на снижение антиоксидантной защиты.

Заключение. Аллоксан-индуцированная гипергликемия воспроизводит ключевые звенья оксидативного стресса, проявляющиеся гипергликемией, накоплением гликированного гемоглобина, снижением активности каталазы и ростом содержания ТБК-активных продуктов в крови и печени. Применение ДЭНС оказывает корригирующее влияние на прооксидантно-антиоксидантный баланс, наиболее выраженное у «пассивных» животных: повышается активность каталазы, снижается уровень ТБК-активных продуктов и уменьшается выраженность гипергликемии. У «активных» крыс - менее выражено, что указывает на зависимость эффективности ДЭНС от исходного адаптационного фенотипа, что обосновывает его применение для коррекции оксидативного стресса при метаболических нарушениях.

ПРОФЕССОРА МЕДИЦИНСКОГО ФАКУЛЬТЕТА КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.: ТРАЕКТОРИИ СЛУЖЕБНОЙ И НАУЧНОЙ КАРЬЕРЫ

Бушуева Л.А.
Институт истории им. Ш. Марджани Академии наук РТ, Казань

Доклад посвящён профессорскому составу медицинского факультета Казанского университета в конце XIX — начале XX вв. В пореформенный период данный вуз, как и многие другие высшие учебные заведения Российской империи, ориентировался прежде всего на медицинскую и юридическую специализации, в представителях которых больше всего нуждалось реформируемое российское общество. Поэтому медицинские факультеты были самыми многочисленными, и именно с них начались такие университеты, как Саратовский и Томский. Медицинский факультет был самым большим структурным подразделением и Казанского университета.

В докладе показано, что его профессорская корпорация сложилась не только из местных выпускников. Более трети профессоров являлись воспитанниками Петербургской Военно-медицинской (до 1881 г. Медико-хирургической) академии – ведущего учебного заведения по подготовке медицинских кадров в данный период. В этом учебном заведении и в учрежденном при нем Институте для усовершенствования врачей был хорошо развит институт приват-доцентуры. В Казанский университет из приват-доцентов академии приехали работать В.М. Бехтерев, М.Я. Капустин, Н.Н. Феноменов, В.В. Пашутин, К.В. Ворошилов, К.Ф. Славянский и другие. Большинство из них получило здесь профессорскую должность.

Медицинский факультет, в сравнении с другими, отличала текучесть кадров. В период с 1863 по 1917 гг. большую часть профессоров Казанского университета, перешедших из Казани в высшие учебные заведения Москвы и Петербурга, составили выпускники Петербургской Военно-медицинской академии, возвращавшиеся в родное учебное заведение (В.В. Пашутин, В.М. Бехтерев и другие). Казанские медики уезжали и в провинциальные университеты (Новороссийский, Харьковский), где им, как правило, предлагали повышение должности с экстраординарного профессора на ординарного. Однако текучесть кадров не лишала медицинский факультет внутренней устойчивости. В рассматриваемый период здесь удалось создать механизм самопроизводства через оставление выпускников в качестве профессорских стипендиатов, помощников прозекторов, лаборантов, ординаторов госпитальных клиник. Это позволяло молодым людям обеспечивать себя средствами к существованию и готовить докторскую диссертацию, необходимую для продвижения по службе.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕНЩИН В ПЕРИОД СРЕДНЕЙ ЗРЕЛОСТИ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ СОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Валеева Д.Р., Юсупова Г.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Период средней зрелости у женщин (40–50 лет) сопровождается перестройкой нейроэндокринной регуляции, снижением адаптационных резервов и инволютивными изменениями репродуктивной сферы. Эти процессы совпадают с периодом высокой

социальной нагрузки, что нередко проявляется тревожностью, эмоциональной лабильностью, нарушениями сна и вегетативными дисфункциями. Хронический стресс в этот период повышает риск сердечно-сосудистых, метаболических и психосоматических расстройств. Разработка краткосрочных программ коррекции психоэмоционального состояния женщин 40–50 лет остается актуальной задачей превентивной медицины и практической психологии.

Цель исследования — оценить эффективность краткосрочной программы коррекции психоэмоционального состояния женщин 40–50 лет с использованием трансформационной игры и проективных методик.

Материалы и методы. В исследовании участвовали 50 женщин 40–50 лет с признаками лёгкой и умеренной психоэмоциональной дезадаптации. Функциональное состояние оценивали по артериальному давлению и частоте сердечных сокращений, а также с помощью шкалы реактивной и личностной тревожности Спилбергера–Ханина и шкалы психологического благополучия К. Рифф. Программа включала однократную групповую сессию длительностью 2,5 часа на основе трансформационной игры «Лила Чакра» в сочетании с консультативным применением метафорических ассоциативных карт «Метафора Жизни» и «70 ресурсов Женщины». Обработку проводили с помощью критерия Уилкоксона; различения значимы при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. До программы у 74% участниц зарегистрированы признаки выраженного психоэмоционального напряжения: дисбаланс вегетативной регуляции с преобладанием симпатической гиперактивности и высокий уровень тревожности. Средний показатель реактивной тревожности до вмешательства составил 47,2 ± 1,8, личностной — 43,5 ± 1,6; индекс психологического благополучия — 78,3 ± 3,2.

После сессии у 70% участниц отмечена нормализация вегетативного баланса — стабилизация артериального давления и частоты сердечных сокращений. Уровень реактивной тревожности снизился до 35,6 ± 1,5 ($p < 0,001$), личностной — до 38,1 ± 1,4 ($p < 0,01$); индекс благополучия вырос до 92,5 ± 2,8 ($p < 0,001$). По самоотчётам участниц улучшились качество сна и эмоциональный фон. Использование метафорических карт и игры «Лила Чакра» снизило когнитивное сопротивление, способствовало проработке внутренних конфликтов и изменению неадаптивных паттернов реагирования.

Ограничения: отсутствие контрольной группы, небольшой объём выборки, однократность вмешательства.

Выводы. Краткосрочная программа на основе игры «Лила Чакра» и метафорических карт «Метафора Жизни», «70 ресурсов Женщины» показала эффективность в коррекции психоэмоционального состояния женщин 40–50 лет. После сессии у большинства участниц снизилась тревожность, нормализовались вегетативные показатели и вырос индекс психологического благополучия. Для подтверждения устойчивости эффекта требуются дальнейшие исследования с контрольной группой.

РОЛЬ МАТЕРИНСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В МОДУЛЯЦИИ ВЛИЯНИЯ ПРЕНАТАЛЬНОГО ТАБАКОКУРЕНИЯ НА РАННЕЕ СЕНСОМОТОРНОЕ РАЗВИТИЕ

Васильева Е.А., Исенгулова А.А., Магзумов И.Н., Мирошниченко И.В.
Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург

Перинатальный период характеризуется высокой чувствительностью к воздействию внешних факторов, включая табачный дым. Одно остается малоизученным вопрос о том,

каким образом выраженность материнского поведения может моделировать действие неблагоприятных факторов внешней среды в раннем постнатальном периоде.

Цель исследования - оценить, как выраженность материнского поведения модулирует влияние пренатального пассивного табакокурения (ППТ) на сенсомоторное развитие потомства крыс линии Вистар в раннем постнатальном онтогенезе.

Методы исследования. Объект: 109 крысят (группы: контроль и хорошее материнское поведение (ХМП), контроль и слабое материнское поведение (СМП), ППТ+ХМП, ППТ+СМП). Модель: фумигация табачным дымом беременных самок (концентрация частиц 1 мг/м³, уровень котинина в плазме 17 нг/мл — умеренное пассивное курение). Оценка материнского поведения: наличие/состояние гнезда, время возвращения к крысятам (деление на ХМП и СМП). Оценка развития потомства: расширенный набор сенсомоторных тестов (Зарайская, Александрова, 2001), расчет суммарного индекса своевременности сенсомоторного развития (СИ ССМР) по 16 признакам (ранние, средние, поздние).

Основные результаты. ППТ значимо замедляет сенсомоторное развитие: СИ ССМР в группе ППТ ниже, чем в контроле (17,11 и 18,52; $p=0,034$), особенно страдают признаки первой постнатальной недели (рутинг, переворачивание, избегание наклонной плоскости; $p<0,01$).

Хорошее материнское поведение в контроле (НПК/ХМП) ускоряет развитие по сравнению со слабым (НПК/СМП): СИ ССМР 19,36 и 17,61 ($p=0,02$).

В группе ППТ эффект материнского поведения критичен: ППК/СМП - резкое отставание (СИ=13,72); ППК/ХМП - показатели не отличаются от контроля (СИ=19,47, различий с НПК/ХМП нет).

ППТ потенцирует негативный эффект слабого материнского поведения: отставание выявлено по 5 признакам (координация конечностей, движение ушей и др.), тогда как хорошее материнское поведение полностью нивелирует вредное влияние табакокурения.

Пренатальное пассивное табакокурение замедляет сенсомоторное развитие потомства крыс. Выраженность материнского поведения также является значимым фактором, определяющим своевременность сенсомоторного развития. Хорошо выраженное материнское поведение полностью компенсирует негативные последствия пренатального табакокурения, тогда как слабо выраженное материнское поведение его потенцирует.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОВТОРЯЮЩЕГОСЯ ТРАВМАТИЧЕСКОГО КОШМАРА В ПРОЦЕССЕ ДПДГ-ТЕРАПИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ СТРЕССОВОМ РАССТРОЙСТВЕ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Васина А.Г., Шулаева М.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Повторяющиеся кошмары - это один из ярких и инвалидизирующих симптомов посттравматического стрессового расстройства и его комплексной формы. В отличие от обычных неприятных сновидений, травматические кошмары часто воспроизводят сенсорные и эмоциональные компоненты травмы почти без изменений, сопровождаясь страхом, беспомощностью и физиологическим возбуждением. Детальные описания трансформации конкретных повторяющихся кошмаров в процессе терапии остаются редкими.

Представлено описательное клиническое наблюдение единичного случая. Клиент подписал добровольное информированное согласие на использование обезличенных данных в научных целях. Участник мужчина 40 лет, обратившийся с жалобами на повторяющиеся

кошмары, хроническую тревогу, трудности в межличностных отношениях, чувство внутренней пустоты и соматические симптомы. В анамнезе длительное психологическое и физическое насилие со стороны матери, эмоциональная депривация. Диагностика включала Опросник детской травмы, Международный травматический опросник, шкалу воспринимаемой способности совладать с травмой и СМИЛ. Проведено 12 встреч, из них 10 полноформатных сессий ДПДГ по стандартному восьмифазному протоколу.

В процессе ДПДГ была установлена связь содержания сна с реальным опытом психологического и физического насилия со стороны матери, которая воспринималась как «чужой», вторгающийся объект. Ключевым моментом стало осознание, что паралич и невозможность сопротивляться во сне повторяли детский опыт бессилия перед матерью. После переработки соответствующей мишени показатель субъективного дистресса снизился с 8 до 0, а валидность когниции выросла с 3 до 6-7.

Через несколько дней после завершения переработки клиент сообщил, что сон изменился. Сон сопровождался чувством решимости, а не страха. Отмечена редукция соматических симптомов и снижение диссоциативных проявлений. Индекс психологической гибкости вырос с -1,5 до +0,9 после 12 встреч, что отражает смещение от фиксации на травме к ориентации на будущее.

Повторяющиеся травматические кошмары рассматриваются как проявление неудавшейся адаптивной переработки эмоционального материала во сне. В норме быстрый сон обеспечивает консолидацию и интеграцию эмоциональных воспоминаний, снижая их аффективный заряд. При посттравматическом стрессе этот процесс нарушается, миндалевидное тело остаётся гиперактивным, а префронтальная кора недостаточно модулирует его, что приводит к повторному переживанию травмы в неизменном виде.

В описанном случае трансформация кошмара может быть объяснена реконсолидацией травматической памяти, переработка в бодрствовании изменила исходное воспоминание, что отразилось на его ночной репрезентации. Восстановление чувства агентности во сне указывает на интеграцию нового опыта совладания, полученного в терапии. Этот феномен согласуется с представлением о «терапевтических сновидениях», отражающих продолжающуюся переработку после сессии. Предполагаемые нейробиологические механизмы включают снижение гиперактивности миндалевидного тела, усиление префронтального контроля и нормализацию процессов консолидации эмоциональной памяти во сне.

ВЛИЯНИЕ БЛОКАТОРА ТОЛЛ-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ 4 ТИПА НА УРОВЕНЬ ЦИТОКИНОВ В КРОВИ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО НЕПРЕДСКАЗУЕМОГО МЯГКОГО СТРЕССА

Винникова В.Д., Абрамова А.Ю., Перцов С.С., Алексеева И.В.
Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва

Для воспроизведения последствий длительного стрессорного воздействия в экспериментальных исследованиях широко используют модель хронического непредсказуемого мягкого стресса (ХНМС). Целью исследования явилось изучение влияния блокатора Толл-подобных рецепторов 4 типа (ТЛР4) CLI-095 на концентрацию цитокинов (ИЛ-4, ИЛ-10 и ФНО-α) в крови крыс в условиях ХНМС различной длительности.

Эксперимент одобрен Комиссией по биомедицинской этике ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и

фармацевтических технологий» (протокол №2 от 13.02.2024). Крысы были распределены на 10 групп по 10 особей в каждой: интактные, интактные с введением диметилсульфоксида (ДМСО), а также группы ХНМС длительностью 1, 2, 3 и 4 недели, получавшие внутрибрюшинно ДМСО (группа с изолированными стрессорными воздействиями) или CLI-095.

Установлено, что на ранних сроках моделирования ХНМС – к концу 1-й недели – у крыс всех групп изменений концентраций исследуемых цитокинов в крови не отмечено. К окончанию 2-й недели стрессогенных воздействий у животных с введением блокатора ТЛР4, но не ДМСО, уровень ИЛ-4 был ниже относительно такового у интактных особей.

В более поздние сроки ХНМС – 3 недели – у животных, предварительно получавших CLI-095, уровень ИЛ-4 был ниже по сравнению как с интактными крысами, так и с особями, подвергнутыми изолированным стрессогенным нагрузкам. У особей данной группы содержание ФНО-α было ниже относительно такового у интактных животных с введением ДМСО. У крыс с изолированными стрессорными воздействиями содержание ИЛ-4 в крови было ниже значения у интактных особей обеих групп. Статистически значимых изменений концентраций ИЛ-10 в указанные сроки ХНМС у крыс всех экспериментальных групп не обнаружено.

В отдаленный период ХНМС – 4 недели – как у крыс с изолированными стрессогенными воздействиями, так и у животных с введением блокатора ТЛР4 концентрация всех изученных цитокинов была ниже, чем у интактных особей.

Таким образом, концентрация изученных цитокинов в крови крыс остается неизменной на ранних сроках моделирования ХНМС. Системное введение блокатора ТЛР4 не влияет на вызванное ХНМС снижение концентраций изученных цитокинов в отдаленный период наблюдений. Полученные результаты расширяют представления об иммунозависимых механизмах регуляции физиологических функций млекопитающих в условиях стресса.

Исследование выполнено в рамках госзадания «Исследование системных физиологических механизмов формирования психоэмоционального стресса и болевых реакций» № FGFW- 2022- 0001.

ЗАЖИВЛЕНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПИЩЕВОДА У КРЫС ПОСЛЕ ОБШИРНОЙ РЕЗЕКЦИИ БЕЗ ФОРМИРОВАНИЯ ЗРЕЛОГО РУБЦА

Водопетова М.А. [1]***, Глазьева В.С.*** [1]***, Каргалинина К.Г.*** [2]***, Шершнева А.В.*** [2]***, Макаревич П.И.*** [1,3]***, Александрушкина Н.А.*** [1,3]

[1] **Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва**

[2] **Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д. Рогачева, Москва**

[3] **Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. академика Е.И. Чазова, Москва**

Послеоперационные рубцовые стриктуры пищевода — одно из наиболее частых осложнений операций. Риск формирования стриктуры пищевода после обширных вмешательств может приближаться к 100%. Развитие послеоперационного стеноза приводит к дисфагии, необходимости повторных эндоскопических дилатаций и существенному снижению качества жизни пациентов. Молекулярный механизм развития стриктур пищевода неизвестен, а модели на крупных животных затрудняют проведение масштабных экспериментальных исследований. Разработка крысиной модели обоснована её простотой и возможностью воспроизводимого изучения патогенеза. В связи с этим целью данной работы

стало охарактеризовать динамику заживления слизистой оболочки пищевода у крыс после обширной резекции.

Работу проводили на самцах Wistar, у которых на дистальной части пищевода делали продольный разрез и удаляли не менее 3/4 окружности слизистой. Для описания временной динамики животных выводили из эксперимента на 3 (n=5), 7 (n=8), 10 (n=3), 14 (n=7), 17 (n=3), 21 (n=4) и 28 (n=3) сутки после операции. В контрольные точки животным проводили рентгеноконтрастное исследование просвета пищевода. После забирали дистальный пищевод для дальнейшего гистологического анализа: морфометрической оценки (окрашивание гематоксилин-эозином), анализ отложений коллагена (окрашивание по Массону), а также иммунофлуоресцентный анализ (на α-sma, CD31).

У животных до 14-го дня после операции наблюдается сужение просвета пищевода. Только в течение первой недели после операции можно наблюдать увеличение отложения коллагена, утолщение грануляционной ткани и эпителия по сравнению с интактной группой. При мечении α-sma на 3 сутки выявляются миофибробласты, при этом к 7-м суткам появляются сформированные тяжи из клеток. После 14 дня миофибробласты исчезают, однако сохраняется высокая степень васкуляризации.

Таким образом, при резекции слизистой оболочки пищевода у крыс мы наблюдаем постепенное ремоделирование поврежденной слизистой оболочки с почти полным восстановлением нативной структуры. Без формирования зрелой рубцовой ткани к концу наблюдения данная модель дает возможность изучить стромальный ответ после обширного повреждения слизистой оболочки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-25-00096, https://rscf.ru/project/25-25-00096/.

МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ НА ФОНЕ ТЕХНОГЕННОГО СТРЕССА

Воронцова Т.С., Исакова Л.С.
Ижевский государственный медицинский университет, Ижевск

С точки зрения современной психосоматической концепции, длительный стресс истощает адаптационные ресурсы организма, что приводит к развитию соматических патологий, в основе которых лежат преимущественно психоэмоциональные причины. Помимо традиционных адренергических реакций, при этом возникают метаболические сдвиги в тканях и органах, чья физиологическая роль заключается в регулировании неспецифической защиты и адаптации организма.

Целью работы явилось, изучить влияние техногенного вращающегося электрического поля (ВЭП) на метаболические показатели крови у экспериментальных животных.

В сыворотке крови 54 самцов белых крыс исследовали концентрацию 11-оксикортикостероидов, глюкозы, С-реактивного белка и общих сиаловых кислот, а также активность гепатоспецифических ферментов (АЛТ, АСТ и щелочной фосфатазы). Измерения проводились в контрольной группе и на 10-е и 20-е сутки воздействия ВЭП (патент на полезную модель №166292 «Устройство для исследования влияния вращающегося электрического поля на биологические объекты» Зайнаева Т.П., Егоркина С.Б.). На основе теста «открытое поле» оценивалась стресс-устойчивость подопытных животных, в соответствии с которой их разделили на три группы: стресс-устойчивые, стресс-неустойчивые и амбивалентные особи.

На 10 день действия ВЭП в крови у всех животных отмечался рост ~~всех~~ исследуемых показателей: 11-оксикортикостероидов у стресс-устойчивых и у стресс-амбивалентных в 10 раз (p=0,011), у стресс-неустойчивых в 12 раз (p=0,016); уровень глюкозы у стресс-устойчивых на 47% (p=0,019), у стресс-неустойчивых на 60% (p=0,011) и у стресс-амбивалентных на 52% (p=0,011); С-реактивный белок у стресс-устойчивых в 8 раз (p=0,019), у стресс-неустойчивых в 23 раза (p=0,010) и у стресс-амбивалентных в 17 раз (p=0,012); уровень суммарных сиаловых кислот у стресс-устойчивых на 16% (p=0,024), у стресс-неустойчивых на 25% (p=0,020) и у стресс-амбивалентных на 18% (p=0,021). Также возрастала активность гепатоспецифических ферментов: аспартатаминотрансфераза у стресс-устойчивых в 3,7 раза (p=0,024), у стресс-неустойчивых в 5,4 раза (p=0,031) и у стресс-амбивалентных в 4 раза (p=0,030); аланинаминотрансфераза у стресс-устойчивых в 2,4 раза (p=0,024), у стресс-неустойчивых в 2 раза (p=0,021), у стресс-амбивалентных в 2,3 раза (p=0,021); щелочная фосфатаза у стресс-устойчивых в 1,5 раза (p=0,032), у стресс-неустойчивых в 2,8 раза (p=0,020), у стресс-амбивалентных в 1,7 раза (p=0,030). На 20 день все исследуемые показатели оставались повышенными к контролю во всех группах. Таким образом, воздействие техногенного ВЭП приводило к изменениям биохимического профиля крови: гипергликемии, увеличению маркеров повреждения клеток.

ВЛИЯНИЕ АЦИДОЗА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ КАЛИЕВЫХ КАНАЛОВ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК АРТЕРИЙ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Гайнуллина Д.К., Швецова А.А., Джуманиязова И.Х., Бондарева У.В., Пустовит О.Б., Абрамочкин Д.В.
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова, Москва

Калиевые каналы гладкомышечных клеток (ГМК) артерий играют важную роль в поддержании уровня мембранного потенциала и входа Ca^{2+}. Открытие калиевых каналов будет приводить к гиперполяризации ГМК, закрытию потенциал-зависимых Ca^{2+}-каналов и расслаблению артерий. Закрытие калиевых каналов, напротив, будет приводить к деполяризации, открытию потенциал-зависимых Ca^{2+}-каналов и вазоконстрикции. Вклад различных типов калиевых каналов в регуляцию сократительной активности артерий может изменяться в ходе постнатального онтогенеза. В частности, в раннем онтогенезе важную функциональную роль играют потенциал-управляемые калиевые каналы 7 подсемейства (Kv7) и TASK-1 каналы (относятся к двупоровым калиевым каналам). Мы предположили, что ацидоз будет изменять функциональный вклад различных подтипов калиевых каналов в регуляцию сократительной активности артерий в раннем постнатальном периоде.

В работе исследовали сократительные ответы подкожной артерии крысят Wistar в возрасте 1-2 недель в изометрическом режиме с использованием системы wire myograph. Для регистрации ионных токов использовали метод пэтч-кламп в конфигурации whole-cell в режиме фиксации потенциала. Для этого трансфицировали клетки линии CHO-K1 плазмидой, несущей ген *Kcnq4* (кодирует порообразующую субъединицу Kv7.4 канала).

Внеклеточный ацидоз (pH=6,8) приводил к уменьшению сократительных ответов артерий крысят на метоксамин (агонист альфа1-адренорецепторов). В условиях ацидоза функциональный вклад АТФ-чувствительных калиевых каналов в вызываемое метоксамином сокращение не был изменен по сравнению с нормальным pH=7,4. В условиях ацидоза происходило уменьшение функционального вклада TASK-1 каналов в регуляцию сократительных ответов на метоксамин, при этом функциональный вклад Kv7 каналов в условиях ацидоза значимо возрастал. Исследование ионных токов через Kv7.4 канал

методом пэтч-кламп показало, что снижение внутриклеточного, но не внеклеточного pH приводит к увеличению плотности тока через этот канал, не изменяя при этом кинетику его активации и деактивации.

Таким образом, ацидоз приводит к разнонаправленному изменению функциональной активности различных подтипов калиевых каналов в гладкомышечных клетках артерий в раннем постнатальном периоде, уменьшая антиконстрикторное влияние TASK-1 каналов и одновременно с этим увеличивая антиконстрикторное влияние Kv7 каналов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МОНООКСИДА АЗОТА И МЕДИ В ЛОБНЫХ ДОЛЯХ МОЗГА И ПЕЧЕНИ КРЫС ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА И 7 СУТОК ПОСЛЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА

Гайнутдинов Х.Л.[1,2], Андрианов В.В.[1,2,3], Арсланов А.И.[1], Базан Л.В.[1], Богодвид Т.Х.[1,4], Дерябина И.Б.[2], Муранова Л.Н.[2], Силантьева Д.И.[2], Яфарова Г.Г.[2], Пашкевич С.Г.[5], Токальчик Ю.П.[5], Филипович Т.А.[5]

[1] Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань
[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
[3] Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА, Москва
[4] Поволжский университет физической культуры, спорта и туризма, Казань
[5] Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Монооксид азота (NO) является одной из ключевых сигнальных молекул, которые регулируют физиологические функции организма, включая нервную систему. Исследования роли NO в жизнедеятельности организмов начались вскоре после обнаружения регуляции оксидом азота нормального сосудистого тонуса, как медиатора вазодилатации. Хотя роль NO-системы в этих условиях систематически изучается фактически во всех странах мира, но в этой проблеме фундаментального и прикладного характера есть много неясностей. Существует множество доказательств того, что нарушение биосинтеза NO является ведущим фактором патофизиологической реакции мозга на гипоксию-ишемию, а также при травмах головного и спинного мозга. Имеются сведения, что в каскаде развивающихся вторичных повреждений NO играет одну из ключевых ролей. Функциональная роль эндогенного NO в процессах, протекающих при повреждениях нервной системы, противоречива и недостаточно исследована.

Целью исследования был анализ содержания NO в лобных долях мозга и печени крыс через 24 часа и 7 суток после сочетанной травмы головного и спинного мозга.

Материалы и методы. На наркотизированных животных проводили моделирование сочетанной травмы головного и спинного мозга. Через 24 часа и 7 суток производили измерения содержания NO и меди в этих тканях методом ЭПР спектроскопии с использованием методики спиновых ловушек.

Результаты и обсуждение. При моделировании травмы повреждали центральную область левой лобной доли головного мозга, и затем спинной мозг на уровне первого поясничного позвонка. Установлено, что через семь суток после травмы происходит достоверное снижение содержания NO в поврежденном участке мозга и значительное, но недостоверное снижение в неповрежденной контрлатеральной области мозга. Показано также снижение содержания NO в печени. Полученные данные свидетельствуют о глубоком системном метаболическом ответе организма и развитии дисфункции эндотелия после СТГСМ не только в тканях мозга, но и в отдаленных органах, таких как печень.

Заключение. Полученные результаты дают новую информацию по содержанию свободного NO в повреждаемых при сочетанной травме мозга тканях головного и спинного, и открывают возможности поиска новых методов терапии.

Источник финансирования: Работа поддержана госзаданием для Казанского физико-технического института ФИЦ КазНЦ РАН.

ЦИТОКИНОВАЯ И ХЕМОКИНОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ

Ганиев А.Б., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Боковой амиотрофический склероз (БАС) сопровождается потерей мотонейронов, денервацией нервно-мышечных соединений и атрофией скелетных мышц. Важный вопрос патогенеза – является ли локальная иммунная сигнализация только ответом на денервацию или сама может усиливать повреждение нервно-мышечной системы.

Целью работы является обобщение литературных данных о цитокиновой и хемокиновой сигнализации в скелетных мышцах при БАС и её связи с денервацией и атрофией.

В мышцах мышей SOD1(G93A) и биоптатах пациентов со спорадическим БАС выявлены изменения компонентов врождённого иммунитета, включая повышение экспрессии NLRC4, каспазы-1 и IL-1β, что согласуется с вовлечением инфламмасомной сигнализации в мышечной ткани. В терминальной стадии содержание IL-1β и TNF-α в мышечных гомогенатах повышалось относительно досимптомной и симптомной стадий. Эти наблюдения показывают, что воспалительная активность присутствует в мышце при БАС.

В биоптатах мышц пациентов с БАС обнаружена инфильтрация лейкоцитов и макрофагов. В нескольких мышиных моделях с изменённым TDP-43 также выявлялось накопление иммунных клеток в участках мышцы, богатых нервно-мышечными соединениями. Анализ указывал на участие хемокиновой оси CCL2–CCR2; в модели hTDP-43 локальное введение антител против CCL2 сопровождалось уменьшением инфильтрации и ослаблением денервации, хотя сходный эффект наблюдался и при введении контрольного IgG, что ограничивает вывод о специфичности вмешательства. Следовательно, данные поддерживают возможный функциональный вклад локальной иммунной сигнализации, но требуют дальнейшей проверки. В биоптатах скелетных мышц пациентов с БАС признаки денервации и реиннервации, а также изменения маркеров миогенеза сочетались с сохраняющейся атрофией мышечных волокон.

Таким образом, локальная цитокиновая и хемокиновая сигнализация при БАС связана с изменениями мышечной ткани и состояния нервно-мышечных соединений. Экспериментальные данные допускают её участие в усилении денервации, однако специфический вклад оси CCL2–CCR2 и причинная связь воспалительных изменений с мышечной атрофией остаются недостаточно установленными.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2026 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан (соглашение № 13 от 05 августа 2026 года).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

Гатиятуллина Л.Л., Мухамедзянов Р.Д.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Подготовка врача требует усвоения большого объема теоретических сведений, и понимания причинно-следственных связей между физиологическими процессами. Физиология человека занимает в этой системе особое место, поскольку именно она формирует представление о механизмах функционирования организма в норме и создает основу для последующего изучения патологической физиологии, фармакологии, терапии, хирургии и клинических дисциплин.

Развитие технологий искусственного интеллекта создает дополнительные возможности для работы с учебным материалом. ИИ способен обрабатывать значительные объемы информации, формировать вопросы и задания, объяснять учебный материал, создавать примеры и моделировать диалог со студентом. В медицине ИИ уже используется в диагностике, анализе медицинских данных, консультативных системах и поддержке принятия решений, что постепенно расширяет требования к цифровой компетентности будущего врача.

Возможности использования искусственного интеллекта при изучении физиологии человека

Искусственный интеллект может использоваться на разных этапах преподавания физиологии. Наиболее очевидное направление связано с подготовкой учебных материалов. Преподаватель может применять интеллектуальные системы для разработки вариантов вопросов, тестовых заданий, ситуационных задач, кратких пояснений к сложным темам, сравнительных таблиц и структурированных схем. При преподавании физиологии особенно полезна возможность адаптировать одно и то же содержание под различный уровень подготовки студентов. Значительные возможности открываются при изучении механизмов физиологической регуляции, в традиционном учебном материале механизм часто представлен в виде текста или схемы, тогда как студенту требуется самостоятельно восстановить последовательность событий. Интеллектуальный инструмент может выступать в роли интерактивного собеседника: студент формулирует объяснение механизма, получает уточняющий вопрос, выявляет пропущенное звено и продолжает рассуждение. Отдельное значение имеет использование ИИ при подготовке ситуационных задач. Еще одно направление связано с самостоятельной работой. Студент может использовать ИИ для предварительного разбора темы перед практическим занятием, составления перечня вопросов по разделу, проверки собственного понимания материала и тренировки перед контролем знаний.

Заключение. Перспективная модель преподавания физиологии предполагает сочетание традиционной работы преподавателя, практического занятия, самостоятельного анализа студента и цифровой поддержки. ИИ в этой системе выполняет вспомогательную функцию: предлагает дополнительные вопросы, создает варианты заданий, помогает выявлять пробелы в знаниях и обеспечивает дополнительную тренировку. Основным носителем профессионального знания и ответственным за содержание обучения остается преподаватель. Для медицинского вуза именно такая модель дает использовать технологические возможности ИИ без снижения требований к качеству подготовки будущего врача.

НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДАЧЕЙ БОЛЕВЫХ СИГНАЛОВ В МОЗГ

Герасименко А.Ю.
Московский институт электронной техники, Москва
Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва

В последние годы методы электрической нейромодуляции всё шире применяются в клинической практике, поскольку позволяют снижать интенсивность болевого синдрома и в ряде случаев уменьшать потребность в анальгетических препаратах. Развитие имплантируемых нейроинтерфейсов с обратной связью открывает возможности для адаптивной нейростимуляции, учитывающей индивидуальные особенности нервной системы и регулирующей передачу болевых сигналов. В связи с этим актуальна разработка отечественных нейростимуляторов для терапии хронической боли. В НИУ МИЭТ проводятся исследования и разработка архитектуры микроэлектронных нейроинтерфейсов с применением теории управления, математического моделирования, машинного обучения и микроэлектронных технологий. Для реализации адаптивной нейростимуляции предложен подход, основанный на использовании локальных и глобальной обратной связи. Сигналами обратной связи служат биомаркеры боли, регистрируемые в головном и спинном мозге. Обеспечена точность классификации боли более 94 %. Разработаны технические средства, в состав которых входят модули регистрации биопотенциалов, стимуляции электрическими импульсами, а также система беспроводного индуктивного энергообеспечения имплантируемого аккумулятора. Отдельное внимание уделено биоподобным электродам на основе композиционных металл-углерод-биополимерных структур. Применение таких поверхностей позволяет увеличить удельную площадь электродов, снизить импеданс и повысить эффективность передачи электрического заряда при сохранении пространственной селективности стимуляции в хроническом периоде времени. В экспериментах на крупных лабораторных животных применение разработанного нейроинтерфейса сопровождалось снижением передачи болевых сигналов по пути от периферической нервной системы к головному мозгу. Морфологические и иммуногистохимические исследования не выявили патологических изменений в области имплантации, что подтверждает перспективность разработанных технических решений. Результаты формируют основу для создания отечественных нейроинтерфейсов с обратной связью и персонализированного лечения хронической боли.

Работа выполнена в рамках крупного научного проекта Минобрнауки России (Соглашение № 075-15-2024-555 от 25.04.2024).

ПУРИНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА ИЗ ДВИГАТЕЛЬНОГО НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ МЫШИ: РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И КОМПОНЕНТОВ ЛИПИДНЫХ РАФТОВ МЕМБРАНЫ НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ

Гиниатуллин А.Р. [1]***, Мухутдинова К.А.***[1]***, Петров А.М.*** [1,2]
[1] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**
[2] **Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань**

Из двигательных нервных окончаний (НО), вместе с ацетилхолином (АХ), высвобождается АТФ. АТФ и продукты протекающего в синаптической щели гидролиза этой молекулы, взаимодействуя с рядом подтипов пуриноцепторов, динамически определяют уровень квантовой секреции АХ. В нервно-мышечном синапсе, пурины угнетают секрецию медиатора. Ранее, на холоднокровных и теплокровных животных, нами был описан $P_2Y_{12\text{-}13}$/G_i-белок/Ca^{2+}_{in}/PKC/NOX-оксидаза/АФК (H_2O_2) - зависимый путь, модуляции процесса секреции АХ, при действии экзогенных АТФ/АДФ. А эффективность этого пути, определялась липидной компоновкой мембран НО. При этом оказалось, что высокая концентрация ионов K^+_{out} (вызывая деполяризацию двигательного НО и последующее высвобождение АХ и АТФ), а так же электрическая стимуляция НО, приводили к увеличению внутри- и внеклеточного уровня H_2O_2 - одной, из наиболее стабильных АФК. Важно подчеркнуть, что обнаруженные изменения количества оксиданта, хорошо согласуются с диапазоном его физиологических концентраций в клетке. Учитывая эти и ряд других экспериментальных данных, была проведена оценка выраженности контроля уровня секреции АХ (по механизму обратной отрицательной связи), эндогенными пуринами, при разных частотах стимуляции (10, 20, 50 и 70Гц по 100 импульсов в пачке) двигательного НО, а так же, оценка уровня H_2O_2 - как одной из сигнальных молекул опосредующей эти изменения.

Эксперименты проводились на изолированных нервно-мышечных препаратах диафрагмальной мышцы BALB/c мышей при постоянной температуре омывающего раствора $25C^0$. Токи концевой пластинки регистрировали в условиях двух-электродной фиксации мембранного потенциала мышечных волокон с использованием стеклянных микроэлектродов. Оценку динамики изменения общего уровня окислителей в клетке, а так же количества внеклеточногоH_2O_2, производили при помощи АФК чувствительного флуоресцентного маркера CM-H_2DCFDA и Amplex Red Hydrogen Peroxide/Peroxidase Assay Kit, соответственно.

На основании полученных данных, можно говорить о том, что при разной частоте стимуляции двигательных НО, высвобождаемые в ходе квантовой секреции медиатора эндогенные пурины (АТФ/АДФ), способны изменять динамику секреции АХ, в зависимости от уровня активности мотонейрона. Это наблюдается при высоких частотах (≥50Гц) стимуляции, что вероятно объясняется бо́льшим количеством высвобождаемых пуринов и, тем самым, накоплением их в синаптической щели. А данные полученные на предварительно “загруженных” CM-H_2DCFDA нервно-мышечных препаратах, на фоне присутствия MRS 2211, указывают на то, что H_2O_2, может являться одной из ряда сигнальных молекул, образование которой обусловлено активацией P_2Y_{13} рецепторов на мембране окончания двигательного нерва. Эти данные способствуют более детальному пониманию роли пуринов, как нейромодуляторов холинергической коммуникации возбудимых клеток и повышают вероятность применения селективных лигандов различных подтипов пуриноцепторов, в качестве терапевтических агентов для улучшения нервно-мышечной передачи в условиях развивающейся дисфункции мионеврального соединения.

ТРАДИЦИИ КАЗАНСКОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ В ПРЕПОДАВАНИИ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КУРСОВ СТУДЕНТАМ-ПСИХОЛОГАМ

Григорьева О.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г.Тимирясова, Казань

Психолог должен хорошо понимать, что мозг – это материальная основа психики, усвоить механизмы синаптической передачи и представлять принципы действия фармакологических средств на регуляцию эмоций. Это составляет основу важности преподавания физиологии будущим психологам.

Казанская физиологическая школа с момента своего возникновения поддерживала тесные научные связи с психологией. В.М.Бехтерев при Казанском университете организовал первую в России психофизиологическую лабораторию. Междисциплинарная интеграция физиологии и психологии является Казанской академической традицией. Практикующий психолог, не имеющий базовых знаний по нейрофизиологии, будет испытывать затруднения как в понимании биологических основ психических расстройств, так и в эффективном взаимодействии с психиатрами.

Научное понимание психических явлений должно строиться на знании их нейронных механизмов. Нейрофизиологические знания студентам-психологам не должны преподноситься как изолированная совокупность фактов, но как единая методологическая основа для понимания психических явлений. Сегодня в Казанском инновационном университете им. В.Г.Тимирясова активно развивается эта традиция. В учебных планах направления подготовки Психология курсы «Физиология центральной нервной системы» и «Психофизиология» включены в число обязательных дисциплин, а такие курсы, как «Физиология высшей нервной деятельности» и «Физиологические механизмы нейрофармакологии», продолжают углублять нейронаучную подготовку на уровне магистратуры. Такая непрерывность физиологического образования от бакалавриата до магистратуры обеспечивает студентам-психологам возможность постепенного формирования понимания отношений между мозгом и психикой на различных уровнях.

Преподавание механизмов синаптической передачи приобретает особую значимость. Вклад Казанской школы в эту область предоставляет превосходный учебный материал. Понятия возбуждения и торможения часто встречаются в психологической литературе, но нередко используются в размытом виде. Ценность классического физиологического преподавания состоит в том, что оно позволяет студентам понять механизмы регуляции поведения.

Студентам-психологам необходимо усвоить целостный принцип организации регуляции поведения от рефлекторной теории Сеченова до теории функциональных систем Анохина. Многоуровневый интегративный подход формируется классической физиологией, предоставляющей целостный взгляд на регуляцию поведения.

Итак, богатая академическая традиция Казанской физиологической школы предоставляет ценные ресурсы для преподавания физиологии студентам-психологам. Основная ценность этой традиции заключается не в накоплении конкретных фактов, а в воплощаемом ею методологическом принципе: понимание психических явлений должно строиться на прочном знании функций мозга.

СЕКРЕЦИЯ МЕДИАТОРА И ЭКЗОЦИТОЗ СИНАПТИЧЕСКИХ ВЕЗИКУЛ В ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЯХ ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ С МОДЕЛЬЮ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА НА ДОСИМТОМНОЙ СТАДИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Григорьев П.Н., Зефиров А.Л., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Боковой амиотрофический склероз представляет собой одно из тяжелых нейродегенеративных заболеваний, а знания о его патогенезе остаются недостаточными. В опытах на нервно-мышечных препаратах диафрагмы трансгенных мышей с моделью бокового амиотрофического склероза на досимптомной стадии заболевания исследовали процессы секреции медиатора и экзоцитоза синаптических везикул в двигательных нервных окончаниях. В качестве модели бокового амиотрофического склероза были использованы трансгенные мыши FUS1-359 с эктопной нейроспецифической экспрессией укороченного гена FUS человека на генетическом фоне CD1 на досимптомной стадии патологии (возрастом 45-60 дней) (FUS-мыши). В качестве контроля использовались мыши дикого типа аналогичного возраста. Для регистрации потенциалов концевой пластинки (ПКП) и миниатюрных ПКП использовалось внутриклеточное микроэлектродное отведение постсинаптических сигналов. Процессы экзоцитоза синаптических везикул изучали с использованием красителя FM 1-43, флуоресценцию которого наблюдали с помощью моторизованного микроскопа Olympus BX51WI, оснащенного конфокальным сканирующим диском DSU. Обнаружено, что при высокочастотном раздражении двигательного нерва (50 имп/с) как у мышей дикого типа, так и у FUS-мышей регистрировалась сходная по характеру динамика снижения квантового состава, однако анализ количества освобожденных квантов медиатора продемонстрировал значимое снижение интенсивности секреции медиатора у FUS-мышей. Анализ биномиальных параметров секреции медиатора не продемонстрировал изменений вероятности выброса у трансгенных мышей по сравнению с мышами дикого типа. При изучении динамики выгрузки флуоресцентного красителя FM 1-43 значимых отличий между FUS-мышами и мышами дикого типа не обнаружено. Таким образом, у FUS-мышей уже на досимптомной стадии заболевания обнаруживаются нарушения процессов нервно-мышечной передачи.

ПРОЯВЛЕНИЯ, ФАКТОРЫ РИСКА И НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ СИНДРОМА САМОЗВАНЦА У СТУДЕНТОВ ПОМОГАЮЩИХ ПРОФЕССИЙ

Губайдуллина К.Х. [1]***, Юсупова Г.В.*** [1,2]
[1] **Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань**
[2] **Психологический центр Eventus, Казань**

Синдром самозванца — устойчивое психологическое явление, при котором человек не приписывает достижения собственным способностям, объясняя их удачей или ошибкой окружающих. Возникает страх разоблачения как «ненастоящего» специалиста. Феномен широко распространён, но особую группу риска составляют студенты помогающих профессий, поскольку синдром ярко проявляется на пороге вхождения в профессию.

Контекст помогающих профессий (психология, педагогика, медицина, социальная работа) создаёт условия для актуализации синдрома. Деятельность предполагает высокую ответственность за жизнь и здоровье другого человека, постоянный контакт с чужими

переживаниями. На этапе обучения отсутствуют ясные критерии компетентности: студент ещё не накопил опыта, но уже включён в ситуации, требующие профессиональных решений. Разрыв между ожиданиями от будущей роли и ощущением «я ещё не готов» становится фоном обучения.

Специфика проявления синдрома: страх ошибки приобретает особое содержание — студент боится возможного вреда реальному человеку, что усиливает перфекционизм. Эмоциональная включённость порождает сравнение с идеализированным образом «настоящего помощника», обесценивая собственные достижения. Студенты склонны скрывать трудности от наставников, лишая себя обратной связи. Синдром сопровождается мотивацией избегания неудач: вместо амбициозных целей — безопасное бездействие.

Лица с выраженным синдромом демонстрируют повышенный уровень стресса, эмоциональное истощение, прокрастинацию, избегание карьерного роста. Для помогающих профессий эти последствия опасны: выгорание снижает качество помощи клиентам и повышает риск выхода из профессии.

Профилактическая работа ведётся на нескольких уровнях. На уровне личности — развитие навыков работы с внутренним критиком, дневник достижений, реалистичная атрибуция успеха. На уровне образовательной среды — конструктивная обратная связь, доступ к супервизии, прозрачные критерии оценивания, нормализация ошибок. Наибольшую эффективность демонстрирует когнитивно-поведенческая терапия, работающая с иррациональными убеждениями.

Таким образом, синдром самозванца у студентов помогающих профессий — устойчивый феномен, укоренённый в структуре профессионального обучения. Своевременная диагностика и включение программ сопровождения в подготовку специалистов будут способствовать психологическому благополучию студентов и качеству их профессиональной деятельности.

НАГРУЗОЧНОЕ РЕОГРАФИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ГЕМОДИНАМИКИ

Диленян Л.Р.[1], Мартусевич А.К.[2,3], Бочарин И.В.[1], Диленян А.Л.[1,2]
[1] Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород
[2] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
[3] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород

Целью работы явилась сравнительная реографическая оценка реакции системного кровотока на дозированную физическую нагрузку у здоровых лиц и пациентов с постинфарктным кардиосклерозом.

Гемодинамическое обеспечение динамической физической работы изучалось при проведении велоэргометрии в положениях сидя и лежа у 212 здоровых мужчин и у 77 пациентов с постинфарктным кардиосклерозом в состоянии ремиссии. С использованием велоэргометра «Elema» при скорости педалирования 50 оборотов в минуту осуществлялась трехступенчатая нагрузка нарастающей мощности. У здоровых лиц начальная мощность составляла 50 ватт, у лиц с постинфарктным кардиосклерозом - 30 ватт.

При проведении пробы осуществлялся протокольный клинический контроль за состоянием, регистрировалась электрокардиограмма в отведениях Неба. Методом тетраполярной грудной реографии и реоэнцефалографии в общей токовой сети определялись

ударный объем сердца, частота сердечных сокращений и минутный объем крови, мозговой кровоток. Оцениваемые параметры измерялись в исходном состоянии и дискретно на 1, 2, 3 и 4–й минутах по каждой ступени нагрузки, а также в периоде восстановления сразу после остановки работы (0), на 1, 3, 5, 7, 10 и 15 минутах покоя в исходной позе (сидя или лежа).

Анализ гемодинамического обеспечения проводился с учетом типа кровообращения по антропофизиологическому соотношению МОК «стоя/лежа». Выделялись выборки лиц с I типом, который определялся снижением сердечного выброса (93% и ниже) в положении стоя относительно лежа (гипокинетическое состояние), со II типом (эукинетическое состояние) при отсутствии различий по МОК стоя и лежа (94-106%) и с III типом, при котором МОК в положении стоя увеличивается (107% и больше) относительно его величины в положении лежа (гиперкинетическое состояние).

Типологическая структура динамической организации кровообращения исследованной выборки здоровых мужчин по антропофизиологическому соотношению МОК «стоя/лежа» представлена преимущественно I типом, или гипокинетическим состоянием, гемодинамики в ортостатике (70%), II типом, или эукинетическим состоянием (11%), и гиперкинетическим состоянием (III тип) в ортостатике (19%) и соответствует характеристике ССС у здоровых лиц.

Сопоставление динамики адаптации к физической нагрузке у здоровых лиц и пациенты с постинфарктным кардиосклерозом показало сниженную работоспособность у последних. Дополнительным свидетельством неоптимальности III типа являлось прерывание физической нагрузки и в положении сидя, и в положении лежа при достижении объема выполненной работы в 6000 кГм. Наиболее неоптимальная динамика адаптации к физической нагрузке по УОС–МОК при I типе у здоровых лиц в положении лежа у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом проявилась в еще более раннем отказе от выполнения физической работы – с 5000 кГм. Только пациенты с I типом в положении сидя выполнили максимальный объем физической работы, т.е. при условиях, в которых здоровые мужчины демонстрировали наиболее оптимальное гемодинамическое обеспечение адаптации к физической нагрузке.

Комплексное рассмотрение гемодинамического обеспечения адаптации к физической нагрузке у здоровых лиц и у пациентов с постинфарктным кардиосклерозом показало, что после прекращения нагрузки, помимо «кислородного долга», важной составляющей является циркуляторное обеспечение кожного кровотока в терморегуляторном обеспечении физической работы.

НАРУШЕНИЕ АВТОРЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПРИ СТЕНОЗЕ СОННЫХ АРТЕРИЙ: АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ IN VITRO

Дружинина А.А.[1,2], Борзых А.А.[1], Богоцкой К.А.[1], Кузьмин И.В.[2], Печкова М.Г.[1], Гайнуллина Д.К.[1,2], Махновский П.А.[1], Тарасова О.С.[1,2]

[1] Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

[2] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

У пациентов со стенозом сонных артерий (ССА) наблюдается нарушение авторегуляции мозгового кровотока. С использованием модели ССА у крыс мы показали, что у таких животных отсутствует компенсаторное расширение средней мозговой артерии (СМА) при снижении АД, и предположили, что это может быть связано со снижением исходного уровня миогенного тонуса. Для проверки этой гипотезы в настоящей работе мы изучали влияние ССА на способность СМА к развитию миогенного тонуса in vitro и

идентифицировали молекулярные механизмы такого влияния путем анализа транскриптома СМА.

У самцов крыс Wistar моделировали ССА наложением серебряных клипс на обе общие сонные артерии (снижение кровотока на 70–80%), контролем служили ложнооперированные крысы (ЛО). Через 2 суток выделяли СМА для исследования в изометрическом миографе или полногеномного РНК-секвенирования (NextSeq 550, Illumina).

Уровень спонтанного миогенного тонуса, развиваемого СМА в условиях in vitro, был ниже у САА, чем у ЛО (1.26±0.28 против 1.47±0.22 мН/мм, n=13 и 14, $p<0.05$). Важно, что такое снижение тонуса СМА не было связано с общим подавлением сократимости: реакции СМА на серотонин и эндотелин-1 не были снижены у ССА по сравнению с ЛО.

В СМА крыс ССА (n=6) по сравнению с ЛО (n=6) было выявлено 126 дифференциально экспрессируемых генов (метод DESeq2, TPM>1, padj≤0.01, |FC|≥1.25), из которых многие могут иметь отношение к формированию миогенного тонуса: (1) повышение экспрессии генов ADAM/ADAMTS-протеаз (*Adamts1, Adamts5, Adamts15, Adam9*) и гиалуронидазы *Cemip,* а также снижение экспрессии *Lamc2* (ламинин γ2) указывает на деградацию внеклеточного матрикса и изменение эластических свойств стенки СМА; (2) снижение экспрессии генов интегрина α8 (*Itga8*) и его лиганда нефронектина (*Npnt*) предполагает нарушение связи гладкомышечных клеток с матриксом; (3) снижение экспрессии генов *Pdlim3, Palld, Synpo2l, Sorbs2, Kiaa1671, Myl1, Lrrc39 и Abra* говорит об изменении актинового цитоскелета клеток; (4) снижение экспрессии генов кальсеквестринов (*Casq1* и *Casq2*), а также *Hrc* и *Dhrs7c* отражает изменение депонирования кальция в саркоплазматическом ретикулуме. Подавлению миогенного тонуса СМА также может быть связано с увеличением экспрессии *Kcnk3* (ген K^+-канала TASK-1) и снижением *Ppp1r12c* (ген MBS85).

Таким образом, при ССА наблюдается уменьшение базального тонуса СМА in vitro, которое согласуется со снижением экспрессии белков внеклеточного матрикса, цитоскелета, Ca^{2+}-гомеостаза и регуляции сокращения. Эти изменения могут лежать в основе нарушения авторегуляции мозгового кровотока при ССА.

Работа поддержана грантом РНФ № 23-15-00331-П.

ДВЕ СТОРОНЫ ДИСРЕГУЛЯЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО КАЛЬЦИЯ В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ: ПЕРЕГРУЗКА И ДЕФИЦИТ

Дубинин М.В. [1]***, Степанова А.Е.*** [1]***, Игошкина А.Д.*** [1]***, Белослудцев К.Н.*** [2]
[1] Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
[2] Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино

Поддержание гомеостаза ионов кальция в митохондриях скелетных мышц является критическим условием для сопряжения мышечного сокращения с продукцией АТФ. Существует «гомеостатическое окно» концентрации кальция в матриксе митохондрий, в пределах которого ионы Ca^{2+} активируют дегидрогеназы цикла трикарбоновых кислот (ПДГ, ИДГ, α-КГДГ), стимулируя синтез НАДН и $ФАДН_2$ для электрон-транспортной цепи. Нарушение этого баланса лежит в основе патогенеза широкого спектра заболеваний – от мышечных дистрофий до возрастной саркопении.

При физиологическом цикле возбуждения-сокращения-расслабления кальций поступает в митохондрии через комплекс MCU, включающий поробразующую субъединицу MCU, шлюзовые белки MICU1/2/3 и регулятор MCUR1. Этот процесс происходит в

специализированных контактах саркоплазматического ретикулума и митохондрий (MAM-контакты). Избыток кальция выводится из органелл через NCLX.

Перегрузка митохондриальным кальцием обусловлена несколькими механизмами: утечкой Ca^{2+} через RyR1, дисфункцией SERCA, усилением образования MAM-контактов (например, при ожирении и старении) и дефицитом MICU1. Все эти пути ведут к избыточному накоплению Ca^{2+} в матриксе, открытию MPT-поры, коллапсу мембранного потенциала, сверхпродукции активных форм кислорода (АФК) и некрозу. Перегрузка вызывает образование отложений фосфата кальция, ремоделирование крист, активацию кальпаинов и усугубляет окислительный стресс, формируя порочный круг Ca^{2+}-АФК.

Дефицит митохондриального кальция, напротив, связан со снижением экспрессии DHPR, уменьшением количества MAM-контактов, а также дефицитом MCUR1 и MICU3. Это приводит к недостаточной активации ПДГ, снижению продукции АТФ при физической нагрузке, хронической дегенерации, саркопении и фенотипу старения.

Таким образом, дисрегуляция митохондриального Ca^{2+} представляет собой универсальный патогенетический механизм. Терапевтические стратегии могут быть направлены на нормализацию уровня Ca^{2+} посредством ингибирования MCU, блокады MPT-поры или активации MCU через MICU1. В докладе рассматриваются молекулярные механизмы перегрузки и дефицита митохондриального кальция в скелетной мышце, их роль в патогенезе мышечных заболеваний и современные терапевтические подходы, направленные на восстановление кальциевого гомеостаза.

РОЛЬ МЕНИНГЕАЛЬНОЙ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В РЕГУЛЯЦИИ ДРЕНАЖА МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ

Евсюкова А.С. [1]***, Златогорская Д.А.*** [1]***, Адушкина В.В.*** [1]***, Искра Т.Д.*** [1]***, Широков А.А.*** [1,2]***, Трофимов А.О.*** [1,3]***, Семячкина-Глушковская О.В.*** [1]

[1] Саратовский государственный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов

[2] Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН, Саратов

[3] Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород

Менингеальные лимфатические сосуды (МЛС) – недавно открытая сеть лимфатических сосудов в твердой мозговой оболочке, которая радикально изменила представления о дренаже в центральной нервной системе (ЦНС). МЛС обеспечивают непрерывный отток интерстициальной (ИСЖ) и спинномозговой (СМЖ) жидкостей из мозга в глубокие шейные лимфоузлы (ГШЛУ), являющихся первой анатомической станцией мозгового лимфодренажа. В норме эта система поддерживает водный гомеостаз, выводит продукты метаболизма и участвует в иммунных реакциях, защищающих ЦНС. Однако, при патологических состояниях, таких как черепно-мозговая травма (ЧМТ), дренажная функция МЛС может нарушаться, что приводит к нарастанию отека мозга и повышению внутричерепного давления (ВЧД). Поскольку МЛС были открыты недавно, их вклад в поддержании водного гомеостаза в норме и при патологиях, таких как ЧМТ, остается недостаточно изученным. Поэтому целью исследования являлось изучение роли лимфатического дренажа мозга в сохранении водного гомеостаза головного мозга мышей в норме и при ЧМТ.

Работа выполнена на самцах мышей линии C57BL/6 (20-25 г, 6-8 месяцев). Модель закрытой ЧМТ по протоколу «Hit and Run» (удар в левую височную долю). Все животные были разделены на группы: контроль, ЧМТ, ЧМТ с хирургическим удалением ГШЛУ (ЧМТ без ГШЛУ), контроль с хирургическим удалением ГШЛУ (контроль без ГШЛУ). Дренаж

мозга оценивали при помощи конфокальной визуализации лимфатического выведения флуоресцентного трейсера FITCD из бокового желудочка в ГШЛУ. Выживаемость мышей оценивали по методу Каплан-Майера, периваскулярный отек (размер периваскулярных пространств, ПВП) - при помощи гистологического анализа тканей головного мозга, ВЧД измеряли при помощи датчика ВЧД, для оценки проницаемость гематоэнцефалического барьера (ГЭБ) использовали конфокальную микроскопию.

Результаты исследования показали, что у интактных животных FITCD интенсивно накапливался в ГШЛУ, подтверждая сохранность лимфодренажного пути. После ЧМТ накопление трейсера в ГШЛУ снижалось в 3 раза (5.86 ± 0.51 против 16.33 ± 0.71 усл. ед.; $p = 0.00017$), что свидетельствует об угнетении дренажной функции МЛС. Удаление ГШЛУ значимо снижало выживаемость мышей с ЧМТ к 30-м суткам (80.6%; $p < 0.05$, Log Rank test). ЧМТ сопровождалась увеличением размера ПВП в 1.5 раза (0.0049 ± 0.0002 против 0.0032 ± 0.0002 мкм; $p = 0.0006$), а при удалении ГШЛУ — до 0.0076 ± 0.0005 мкм ($p = 0.0001$). Уровень ВЧД на 10-е сутки после ЧМТ возрастал в 4 раза относительно контроля (42.2 ± 1.53 против 10.4 ± 0.11 мм рт. ст.; $p < 0.0001$), а при удалении ГШЛУ — до 73.6 ± 1.72 мм рт. ст. ($p < 0.0001$). Проницаемость ГЭБ к FITCD увеличивалась после ЧМТ в 2.5 раза (5.28 ± 0.52 против 2.14 ± 0.55 усл. ед.; $p = 0.0036$), а при удалении ГШЛУ — до 15.28 ± 1.08 усл. ед. ($p = 0.0001$). В контрольной группе удаление ГШЛУ не вызывало критических изменений изученных показателей, что указывает на наличие компенсаторных механизмов (венозный путь, дренаж через решётчатую кость).

В целом, результаты выявили, что МЛС, обеспечивающие отток СМЖ и ИСЖ в ГШЛУ, являются критическим звеном в поддержании водного гомеостаза мозга. В физиологических условиях удаление ГШЛУ не вызывает критических нарушений изученных показателей, что указывает на компенсаторные возможности венозного пути и других механизмов дренажа. Однако, блокада лимфодренажного пути, путём хирургического удаления ГШЛУ, приводит к стойкой внутричерепной гипертензии, тяжёлому периваскулярному отёку, нарушению проницаемости ГЭБ и снижению выживаемости. Таким образом, стимуляция лимфатического оттока может рассматриваться как перспективный терапевтический подход для контроля посттравматического отёка мозга и внутричерепной гипертензии.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ (проект № 23-75-30001).

ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРОВ

Ежкова А.М. [1]***, Елдашев А.О.*** [2]***, Ежков В.О.*** [1]
[1] Казанский государственный аграрный университет, Казань
[2] ООО «АСТим АгроТех», Казань

Исследования посвящены разработке и апробации математических моделей для определения физиологического состояния коров. Основная идея – использовать непрерывный многопараметрический мониторинг животного и по полученным результатам автоматически выявлять изменения его состояния.

Нами был разработан программно-аппаратный комплекс, состоящий из электронного болюса, базовой станции и цифровой системы мониторинга – ASTeam. Болюс размещается в рубце животного и с интервалом в десять минут собирает физиологические показатели. Базовая станция принимает телеметрию, а система ASTeam сохраняет и анализирует полученные данные, предоставляет специалисту результаты в виде графиков и отчётов.

При разработке внутрирубцового болюса для определения его размеров, массы, формы и материалов учитывали анатомические и физиологические особенности коров. Испытания проходили на базе животноводческого предприятия АО «Алан» Тюлячинского района Республики Татарстан, которое специализируется на молочном направлении. Объектами исследования стали яловые телки и лактирующие коровы голштинской породы, n=8.

Ключевой принцип анализа заключался в оценке комплекса данных. Система формирует индивидуальный профиль животного и анализирует изменение температуры, активности, положения тела и питьевого поведения относительно его собственной нормы. Совокупность изменений используется для определения физиологического состояния охоты, предстоящего отёла, отклонения состояния здоровья или стресса.

При проведении испытаний (26 июля 2026 года) система зафиксировала изменение физиологического состояния коровы: температура у нее повысилась до $40{,}3^0$C, одновременно количество эпизодов питья увеличилось на 33%. Установлено, что изменения физиологических показателей сопровождались последующим ухудшением производственного показателя. Дополнительный анализ в течение трех суток позволил выявить снижение суточных надоев молока с 21,9 до 15 кг в сутки. Животному было назначено лечение. Другой пример связан с воспроизводительными функциями. У яловой телки 8 июня 2026 года было зафиксировано увеличение физической активности на 49% и одновременное повышение температуры на 0,37 градуса. Эти изменения соответствовали признакам физиологической охоты. После осеменения стельность животного была подтверждена ультразвуковыми исследованиями.

Анализ многопараметрических данных был использован для выявления теплового стресса не только у отдельного животного, но и в группе. 20 июля 2026 года были зафиксированы характерные изменения поведения коров, после которых наблюдали снижение молочной продуктивности. Этот пример показал возможность применения непрерывного многопараметрического мониторинга для выявления действия внешних и внутренних факторов, одновременно влияющих на группу животных.

Анализ позволяет перейти от обычного наблюдения за животными к раннему выявлению изменений их состояния и становится практическим инструментом для ежедневной работы ветеринарных специалистов. Для хозяйства это потенциально означает раннее обнаружение отклонений от нормы, более точное управление воспроизводством, снижение зависимости от человеческого фактора и сохранение продуктивности животных.

ИЗМЕНЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ СПИНАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВИБРОСТИМУЛЯЦИИ ОПОРНЫХ ЗОН СТОПЫ

Еремеев А.А., Перминова С.Г., Лифанова А.С., Еремеев А.М., Чернышева И.В., Хаертдинов Н.Н.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Сила реакции опоры является основным механическим сигналом, свидетельствующим о положении тела в гравитационном поле, для двигательных систем, обеспечивающих вертикальную позу человека и животных. Интенсивность активации опорных рецепторов, модулирует состояние нейронных цепей, регулирующих и координирующих работу скелетных мышц и. прежде всего, мышц-экстензоров. Целью исследования была оценка рефлекторной возбудимости спинального двигательного центра камбаловидной мышцы (КМ) при вибростимуляции с различной интенсивностью опорных зон стопы человека.

В исследовании приняли участие 10 условно здоровых испытуемых, не занимающихся профессиональным спортом с их информированного согласия. У испытуемых проводили регистрацию и оценку абсолютной величины амплитуды рефлекторного Н-ответа КМ (от пика до пика) в покое (контрольный Н-ответ), а также при вибростимуляции опорных зон подошвенной поверхности стопы (кондиционированный Н-ответ). Вибростимуляцию проводили в течении 10 сек; с частотой 50 Гц и амплитудой 0.02, 0.1, 0.2, 0.4 и 0.5 мм. в следующих зонах стопы: 1) подошвенная поверхность под дистальной фалангой 1 пальца стопы; 2) подошвенная поверхность под головкой 1 плюсневой кости; 3) подошвенная поверхность под пяточным бугром.

Показано, что вибростимуляция опорных зон стопы вызвала индивидуальные разнонаправленные изменения рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов КМ. Обнаруженные изменения не могли быть вызваны предшествующей регистрацией контрольного Н-ответа (в покое, без вибростимуляции), поскольку используемая длительность межстимульного интервала (не менее 15 с) обеспечивала полное восстановление исходной рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов после первичного контрольного тестирования. В большинстве экспериментальных серий регистрировали как увеличение, так и снижение величины Н-ответа, однако преобладающим эффектом механического раздражения опорных зон стопы было увеличение рефлекторной возбудимости мотонейронов КМ. Достоверных изменений амплитуды Н-ответа КМ при увеличении интенсивности вибростимуляции не обнаружили. Таким образом, влияния активации опорных афферентов на состояние двигательных центров могут зависеть от индивидуальных особенностей организации спинальных нейрональных сетей, обеспечивающих двигательную активность. Использование вибростимуляции в качестве приема, позволяющего модулировать рефлекторную возбудимость мотонейронов, вероятно, требует персонифицированного подхода. Дальнейшие исследования необходимы для лучшего понимания организации и пластичности нейрональных сетей спинного мозга, выявления эффектов различных протоколов вибростимуляции (частота, амплитуда, продолжительность и т.д.).

ВЛИЯНИЕ ДАНТРОЛЕНА НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ МИОКАРДА У КРЫС С ДЕФИЦИТОМ СЕРОТОНИНА В ЭМБРИОНАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА

Ермакова А.Н., Нигматуллина Р.Р.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. При недостатке серотонина во внутриутробном развитии под воздействием ингибитора фермента триптофангидроксилазы в постнатальном периоде крыс развиваются патологические изменения, влияющие на сокращение миокарда. Дантролен является блокатором кальциевых каналов СПР и вызывает отрицательный инотропный эффект, улучшая диастолическую функцию левого желудочка, что позволяет использовать это вещество в качестве препарата при сердечной недостаточности, обусловленной нехваткой серотонина в период формирования сердечно-сосудистой системы эмбриона крыс.

Цель: изучение эффективности действия дантролена на длительность сокращения миокарда у 10-дневных крыс с моделью сердечной недостаточности, вызванной дефицитом серотонина в эмбриональном периоде онтогенеза.

Материалы и методы. Исследование проводилось на 2 группах 10-дневных крыс линии Wistar: экспериментальную составляли крысы, родившиеся от матери, которой во время

беременности вводили блокатор триптофангидроксилазы PCPA (пара-хлор-фенил-аланин) – он участвует в синтезе серотонина, контрольная группа данному воздействию не подвергалась. После выделения полосок миокарда левого желудочка на установке PowerLab изучали длительность сокращения до и после введения дантролена в концентрациях 10^{-4}мМ/л и 10^{-3}мМ/л.

Результаты. При введении дантролена концентрацией 10^{-4}мМ/л в экспериментальной группе крыс было выявлено увеличение длительности сокращения миокарда левого желудочка на 12,3% ($P \leq 0,01$). В контрольной группе животных статистически значимых изменений под воздействием дантролена не выявлено. На фоне введения дантролена в концентрации10^{-3}мМ/л в экспериментальной группе крыс было обнаружено снижение силы сокращения миокарда левого желудочка на 12,5% ($P \leq 0,01$). У крыс контрольной группы статистически значимой динамики длительности сокращения при действии дантролена в концентрации 10^{-3} мМ/л не выявлено.

Вывод. Таким образом, дантролен улучшает диастолическую функцию левого желудочка в моделях сердечной недостаточности с дефицитом серотонина в эмбриональном периоде онтогенеза за счёт снижения внутриклеточной перегрузки ионами Ca^{2+} и стабилизации RyR2 (рианодиновые рецепторы 2-го типа).

АЛЬДОСТЕРОН КАК МОДУЛЯТОР СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Ефимова Д.В. [1]***, Горшунова А.Н.*** [2]***, Еремеев А.А.*** [3]***, Хайруллин А.Е.*** [1]
[1] Казанский государственный медицинский университет, Казань
[2] Казанский юридический институт МВД России, Казань
[3] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Основной механизм адаптации организма на состояние стресса, возникающего в ответ на действие различных сверхнормальных раздражителей, заключается в резком повышении уровня кортикостероидов. Стероидные гормоны могут в значительной степени влиять на функционирование нервно-мышечного соединения посредством блокирования холинорецепторов и ослабления синаптической передачи, подобные эффекты в первую очередь осуществляются за счет влияния на белоксинтезирующий аппарат клетки. Однако скорость наступления эффектов минералокортикоидов говорит и о их негеномном действии, что, в том числе, может приводить к ряду патологических состояний, например, связанных с апоптозом мышечных волокон и дальнейшей атрофии мышечного аппарата.

Для оценки роли минералокортикоидов в регуляции сократительной активности скелетных мышц были выполнены эксперименты на камбаловидной мышце крыс линии Вистар с применением механомиографической регистрации амплитудно-временных характеристик сокращений. Оценивали влияние альдостерона (10 мкМ), АТФ (100 мкМ) и аденозина (100 мкМ), а также их комбинаций на сокращение скелетных мышц.

Нами установлено, что альдостерон не изменял исходную сократимость, но извращал ингибиторный эффект АТФ и ослаблял действие аденозина, что указывает на избирательную модуляцию пуринергической сигнализации. Можно предположить, что альдостерон репрограммирует сигнальную чувствительность нервно-мышечного соединения к пуриновым соединениям, при этом не меняя исходную сократительную способность. Подобное действие интерпретируются как опосредованные негеномными механизмами, так как инкубация тканей гормонами в течение короткого времени исключает их геномные эффекты, и может быть

объяснена активацией мембранных рецепторов, а также модуляцией ионных каналов, влияющих на мембранный потенциал.

Полученные данные раскрывают многоуровневые механизмы гормональной регуляции нервно-мышечной передачи и демонстрируют потенциал целенаправленной коррекции мышечных дисфункций, ассоциированных с гормональными нарушениями и хроническим стрессом.

ВЛИЯНИЕ НА ФУНКЦИЮ ДЫХАТЕЛЬНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ МИКРОКАПСУЛ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ ПРИ ВНУТРИВЕННОМ ВВЕДЕНИИ

Жарков М.Н. [1]***, Пятаев Н.А.*** [1]***, Нестерова Д.С.*** [1]***, Полетаева А.С.*** [1]***, Сухоруков Г.Б.*** [2]
[1] **Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск**
[2] **Сколковский институт науки и технологий, Москва**

Среди перспективных систем адресной магнитной доставки лекарств особое место занимают полиэлектролитные микрокапсулы. К их ключевым преимуществам относятся относительно простая методика синтеза, прецизионный контроль геометрических параметров, широкий спектр материалов для формирования оболочек, а также высокая загрузочная ёмкость различными биологически активными веществами.

Важнейшим критерием безопасности систем магнитоуправляемой доставки является отсутствие острых нарушений гемодинамики. Внутривенно введённый магнитный носитель должен беспрепятственно циркулировать по кровеносной системе, не нарушать функцию органов и не вызывать острую иммунную реакцию со стороны организма. Данные о функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем, полученные на моделях крупных животных, имеют более важное значение для оценки возможности клинического применения магнитоуправляемых капсул.

Эксперимент *in vivo* проводился на мини-свиньях со средней массой 12-14 кг в условиях внутривенного наркоза с сохранением спонтанного дыхания. После индукции анестезии животным катетеризировали ушную вену, после чего с помощью ультразвукового сканирования сердца аппаратом Vivid S5 (General Electric, США) регистрировали исходные значения систолического (КСР) и диастолического (КДР) размеров правого и левого желудочков, рассчитывали систолическое давление в лёгочной артерии (ДЛАсист), ударный объём (УО) и фракцию выброса (ФВ) крови для левого желудочка. Также определяли уровень сатурации гемоглобина крови кислородом (SpO_2) на пульсоксиметре. В качестве объекта исследования брали полиэлектролитные капсулы, содержащие магнитные наночастицы Fe_3O_4 и внешнюю оболочку из декстран-сульфата, с размерами 820±80 нм и 2,5±0,5 мкм. Суспензии капсул в 0,9% растворе NaCl объёмом 2 мл вводили со скоростью 0.5 мл/мин в дозе 10^8 капсул на кг веса животного, после чего регистрировали физиологические показатели через 2, 5, 10, 15, 20, 30 и 60 минут.

Через 2 минуты после внутривенного введения микрокапсул (2,5±0,5 мкм) у животных развивалась картина острой лёгочной гипертензии с правожелудочковой недостаточностью. ДЛАсист увеличилось с 15 до 57 мм рт.ст. На пике гипертензии отмечалось снижение сатурации гемоглобина до 75 %, при этом частота дыхания увеличивалась с 72 мин$^{-1}$ и достигала максимального значения 120 мин$^{-1}$ к пятой минуте. Первыми нормализовывались показатели гемодинамики большого круга кровообращения. Через 15-20 минут после начала эксперимента все исследуемые показатели восстанавливались.

При введении субмикронных капсул (820±80 нм) выраженных изменений гемодинамических показателей у мини-свиней не наблюдалось.

КОМБИНИРОВАННАЯ НИЗКОИНТЕНСИВНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ ОКАЗЫВАЕТ РАЗЛИЧНОЕ ВЛИЯНИЕ НА МЫШЦЫ-РАЗГИБАТЕЛИ КОЛЕНА И СГИБАТЕЛИ ГОЛЕНОСТОПА

Жедяев Р.Ю., Пономарев И.И., Шишкин Н.В., Гордиенко К.В., Леднев Е.М., Вепхвадзе Т.Ф., Шарова А.П., Томиловская Е.С., Попов Д.В.
Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

Низкоинтенсивная электростимуляция мышц (ЭМС) нижних конечностей – широко используемый в клинике подход для профилактики мышечной атрофии при гипокинезии. В нашей работе, неожиданно, было обнаружено, что при недельной гипокинезии комбинированная низкоинтенсивная низко- и высокочастотная (НЧ и ВЧ) ЭМС оказывает негативное влияние на мышцы-сгибатели голеностопа, в отличии от разгибателей колена (Borzykh, Zhedyaev, et al., 2025). Цель исследования – выяснить, вызван ли этот эффект ЭМС, как таковой, или комбинированным влиянием ЭМС и гипокинезии. Для этого мы исследовали влияние используемого нами протокола ЭМС у молодых людей при сохраненном уровне двигательной активности.

В исследовании участвовали 12 практически здоровых мужчин: возраст 30 (29 – 35) лет. ЭМС передней и задней поверхностей бедра и голени проводили ежедневно в течении 7 суток лёжа, без фиксации суставных углов: утром – НЧ (25 Гц, 1 с стимуляция, 2 с отдых, 45 мин), вечером – ВЧ (2 кГц, модуляция 50 Гц, 10 с стимуляция, 50 отдых, 10 мин). Сила вызванных сокращений была менее 25% от максимальной произвольной силы (МПС). При каждой сессии оценивали болезненность стимуляции. До и на 1-е сутки после ЭМС оценивали МПС мышц сгибателей голеностопа и разгибателей колена в изометрическом режиме, время до отказа (Tmax) при тесте с непрерывно-возрастающей нагрузкой для разных мышечных групп, а также тощую массу голени и бедра (денситометрия, Hologic, США). Также МПС оценивали через четверо суток после последней сессии ЭМС.

Болезненность стимуляции голени была выше, чем бедра (4.1 (2.8 – 5.8) балла против 3.3 (1.9 – 4.6), p = 0.038, критерий Уилкоксона). Через сутки после ЭМС снижение МПС сгибателей голеностопа было больше, чем разгибателей колена: −6.5 (−9.9 – −4.5) % против −1.9 (−4.1 – −0.2) % (p = 0.012). При этом тощая масса бедра и голени изменялась незначительно: на 0,7 (-0,4 – 2,0) % (p = 0,30) и 2,0 (0,1 – 4,2) % (p = 0,052). К 4-м суткам восстановления МПС обеих мышечных групп значимо не отличалась от значений до ЭМС. ЭМС снизила Tmax сгибателей голени -3.5% (-7.9 – 3.2) %, в отличие от Tmax разгибателей колена: 0.8 (-0.5 – 4.4) % (p = 0.009).

Таким образом, впервые было показано, что недельная низкоинтенсивная комбинированная ЭМС оказывает специфическое влияние на разные мышечные группы ног людей с нормальным уровнем двигательной активности, что, по-видимому, связано с особенностью строения этих мышц, их композиции и уровнем повседневной двигательной активности. Полученные результаты важны для разработки специфических для разных мышечных групп протоколов профилактики негативных эффектов гипокинезии.

Работа поддержана грантом РНФ № 25-25-01104.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В СЕРДЦЕ КРЫС ПРИ ГИПОКИНЕЗИИ

Зарипова Р.И., Сунгатуллина М.И., Яфарова Г.Г., Андрианов В.В., Зиятдинова Н.И., Гайнутдинов Х.Л., Зефиров Т.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Физические нагрузки и двигательная активность представляют собой фундаментальную биологическую потребность, определяющую гомеостаз и качество здоровья человека. В современных условиях индустриализации и цифровизации наблюдается прогрессирующее снижение доли физического труда. Особого внимания требует изменение паттернов естественной двигательной активности в онтогенезе. В структуре свободного времени современных школьников превалирует пассивное времяпрепровождение, связанное с использованием электронных гаджетов и персональных компьютеров. В связи с этим высокую актуальность приобретает исследование девиаций физиологических функций и механизмов адаптации растущего организма в условиях индуцированного дефицита двигательной активности.

В контексте поддержания метаболического гомеостаза критически важную роль играет обеспеченность организма микроэлементами, среди которых ключевое значение принадлежит меди. Медь выступает облигатным участником каталитических циклов клеточного дыхания, метаболизма железа, синтеза нейромедиаторов, меланогенеза, а также биосинтеза компонентов экстрацеллюлярного матрикса соединительной ткани, процессов гормональной регуляции и модуляции иммунного ответа. Медь функционирует в качестве металлокофактора ряда эссенциальных ферментов, включая церулоплазмин, цитохромоксидазу, тирозиназу, аскорбиназу и аминоксидазы. Кроме того, данный микроэлемент интегрирован в структуру эндогенной антиоксидантной защиты, являясь каталитическим центром супероксиддисмутазы. Учитывая жизненно важную роль меди в организме, точная регуляция содержания меди имеет решающее значение для поддержания гомеостаза живых организмов.

Цель настоящего исследования заключалась в изучении особенностей и интенсивности кумуляции меди в тканях сердца 7-недельных крыс, находившихся в условиях 30-суточной гипокинезии.

Методом ЭПР-спектроскопии было исследовано содержание меди в тканях сердца крыс в условиях 30-суточного ограничения двигательной активности. Экспериментальную модель нарастающей гипокинезии воспроизводили путем содержания молодых крыс (возраст на начало эксперимента — 21 день) в индивидуальных клетках-пеналах в течение 30 суток. Количество меди оценивалось по интенсивности характерного сигнала ЭПР, принадлежащего комплексу Cu^{2+}-(ДЭТК)$_2$.

В результате 30-суточной гипокинезии зафиксировано статистически значимое увеличение содержания меди в тканях сердца на 120% ($p<0,05$) по сравнению с показателями контрольной группы, находившейся в условиях стандартной двигательной активности. Данный факт позволяет сделать вывод о сопряженности метаболизма меди с уровнем локомоторной нагрузки и указывает на глубокую перестройку микроэлементного гомеостаза при длительном ограничении двигательной активности.

МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОСОГЛАСОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ВБЛИЗИ ПОЛУПРОНИЦАЕМОЙ МЕМБРАНЫ

Захаров А.В.
Казанский государственный медицинский университет, Казань
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

В данной работе исследуется динамика пространственного распределения четырёх ионов внутриклеточной и внеклеточной среды (калий, органические анионы, натрий, хлор) и связанного с ними примембранного потенциала. Основное внимание уделено установлению равновесия при физиологических концентрациях ионов и равном нулю натриевом токе и процессу смены равновесия при скачкообразном включении проницаемости мембраны для натрия. Анализ производится на основе данных численного решения системы уравнений Нернста-Планка-Пуассона (НПП). Сравниваются случаи подвижных и неподвижных органических ионов, обеспечивающих запертый внутри клетки отрицательный заряд.

Большинство распространённых модели описывают распределение концентраций ионов и соответствующий потенциал в окрестности мембраны для стационарных состояний и не дают представления о динамике этих величин в процессе смены условий. Прямое измерение концентраций представляет отдельную сложную задачу. При этом анализ динамики пространственного распределения ионов остаётся лишь частично решённой задачей. Кроме того, имеет значение достижимое временное разрешение методов, которое не сопоставимо с характерным временем начальных фаз смены трансмембранной разности потенциалов. Таким образом, существует явный недостаток не только экспериментальной, но и теоретической информации о характере распределения ионов вблизи клеточной мембраны в процессе перехода между состояниями равновесия, который влечёт дефицит понимания тонких процессов начальной активации потенциал- и лиганд- зависимых сенсоров, располагающихся на клеточной мембране и в её ближайшей окрестности.

Динамика начального нарастания вблизи мембраны и последующего выравнивания по объёму могут быть вычислены с применением базовых представлений о физике данного процесса. Наиболее детальный ответ может дать прямое решение системы уравнений НПП. Вычисления, проделанные в рамках данной работы, показали, что при смене проницаемости мембраны для ионов натрия, соответствующей процессу деполяризации, пространственное распределение этого иона характеризуется значительной неравномерностью в течение 20 – 40 мкс. В этот период концентрация иона вблизи мембраны кратно превышает таковую в общем объёме клетки. Данный численный эксперимент указывает на необходимость уточнения эффективной концентрации ключевых ионов при анализе механизмов клеточной сигнализации.

Созданная модель мембраны возбудимой клетки также позволяет детально изучать эффекты подвижности органических анионов, которые обычно полагаются зафиксированными. Кроме того, модель адекватно описывает влияние ограниченного пространства внеклеточной среды. Совокупность указанных степеней свободы модели открывает возможности исследования процессов генерации патологических потенциалов, характерных для ишемии и травмы мозга.

ТРАЕКТОРИЯ УЧЕНОГО – ОТ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ К ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ

Зинчук В.В., Дорохина Л.В.
Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

В этом году исполняется 100 лет со дня рождения первого сотрудника кафедры нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского университета, а в последующем, на протяжении почти 30 лет – заведующего кафедрой, профессора Игоря Константиновича Жмакина. Его жизнь яркий пример той траектории ученого, на которую можно равняться – студент, аспирант, кандидат наук, доцент, доктор наук, профессор.

И.К. Жмакин заложил основы научно-исследовательской работы кафедры, в том числе студенческой науки как стартовой ступени в фундаментальную науку. Участие студентов в экспериментальных исследованиях превращает простое академическое любопытство в глубокие теоретические знания и закладывает траекторию будущих открытий. Студенческая наука является фундаментом инновационного и интеллектуального прогресса, где учащиеся трансформируют теорию в практические навыки. Научный кружок нашей кафедры тоже имеет восходящую траекторию -– СНК, творческое объединение учащихся «Эврика», «Школа молодого исследователя-физиолога», студенческая научно-исследовательская лаборатория «Oxygenium». Путь в большую науку начинается от проверки первых гипотез, освоения методик экспериментальных исследований, способов статистической обработки и анализа полученных результатов, до первых публикаций и выступлений на научных форумах. Именно на этом этапе закладывается фундамент исследовательской культуры, студенты знакомятся с базами данных литературы для подготовки аналитического обзора, обучаются культуре цитирования в научных публикациях и работе с антиплагиатом. Стоит помнить высказывание Л. Пастера: «Открытия приходят лишь к тем, кто подготовлен к их пониманию».

Однако вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу, по нашему мнению, должно носить взвешенный характер и не принимать масштабы поголовной мобилизации, так как это отражается на качестве проделанной работы и, соответственно, на ее итогах. Многие результаты научно-исследовательской работы студентов на нашей кафедре имеют прикладной характер, а некоторые внедрены в производство, разработаны рекомендации Министерству образования РБ.

Жизненный путь профессора И.К. Жмакина является ярким примером ученого и педагога. Становление квалифицированного ученого – долгий, трудоемкий процесс, требующий глубокого освоения теории и практики. Работа в рамках студенческого научного общества помогает выявить наиболее мотивированных и увлеченных наукой студентов. Именно такой качественный, а не массовый подход позволяет заложить прочный фундамент для развития творческого и научного потенциала отечественной медицины.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ MIR-140 У КРЫС С АРТРОЗОМ И ОЖИРЕНИЕМ ПРИ КОРРЕКЦИИ ДЕКСАМЕТАЗОНОМ

Иванов А.С.[1], Кащенко С.А.[2]
[1] Клиническая больница №1 МЕДСИ, Московская область
[2] Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск

Сочетание остеоартроза и ожирения приобретает все большую актуальность в современной медицине в виду высокой распространённости проблемы. Экспериментально установлено, что за целостность хрящевой ткани и ее нормальное функционирование отвечают декодирующие участки РНК, одной из которых является miR-140. Её функция заключается в подавлении воспаления и снижается при остеоартрозе, коррелируя с тяжестью течения патологии. При внутрисуставном введении miR-140 позволяет снизить воспаление, замедляя прогрессирование артроза и предотвращает старение хондроцитов.

Материалы и методы. Исследование проведено на 180 крысах-самцах Вистар (8-10 недель, 200-250 грамм), рандомизированным на 5 экспериментальных групп (n=36), первая экспериментальному воздействию не подвергалась, остальным был смоделирован артроз за счёт микроповреждения суставного хряща с иммобилизацией и ожирение путём назначения высококалорийной диеты на протяжении 4-8 недель. Первой и второй (артроз+ожирение) вводили 1,0 мл физиологического раствора натрия хлорида, третьей, четвёртой и пятой - 1, 10, 100 нг/мл раствора дексаметазона, соответственно. Забор крови и определение экспрессии miR-140 проводили на 3-и, 5-е, 10-е сутки, методом полимеразной цепной реакции. Статистическими значились результаты при $p < 0,05$.

Результаты. Установлено, что во второй группе на 3-и сутки показатель miR-140 снижается на 55,67%, на 5-е сутки на 57,59%, на 10-е сутки на 65% ($p<0,001$). В третьей группе на 3-и сутки наблюдали уменьшение экспрессии miR-140 на 44,33% и рост на 25,85%, на 5-е сутки показатель снизился на 40,63% и вырос на 39,02%, на 10-е сутки снижение на 35% и рост на 85,71% в сравнении с показателями первой и второй групп, соответственно ($p<0,001$). В четвёртой группе экспрессия miR-140 на 3-и сутки снижается на 2,06% и возрастает на 120,93%, на 5-е сутки наблюдали снижение на 5,25% и рост на 119,51%, на 10-е сутки показатель снизился на 7% и вырос на 165,71% в сравнении с показателями, полученными в первой и второй группах, соответственно ($p<0,001$). В пятой группе на 3-и сутки показатель снижался на 47,42% и вырос на на 18,60%, на 5-е сутки снижение составило 52,08%с ростом на 12,20%, на 10-е сутки снижение экспрессии miR-140 на 55%, и рост на 28,57% в сравнении с показателями первой и второй групп ($p<0,001$).

Выводы. На фоне коморбидной патологии экспрессия miR-140 снижается и максимально возрастает при введении 10 нг/мл дексаметазона. В больших дозах дексаметазон оказывает незначительный эффект на экспрессию miR-140.

ДИНАМИКА ХРОНОТРОПИИ НА СТАДИИ ОТДАЛЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОСЛЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА У КРЫС

Иванова Т.С., Купцова А.М., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Введение. Частота сердечных сокращений (ЧСС) является важным показателем функционального состояния сердца и определяется свойствами автоматии пейсмекерных кардиомиоцитов, прежде всего клеток синусного узла. Исследование спонтанной

электрической активности кардиомиоцитов предсердий позволяет оценить базовые электрофизиологические механизмы формирования сердечного ритма. Инфаркт миокарда, в свою очередь, сопровождается структурно-функциональным ремоделированием сердечной мышцы и стойкими изменениями электрической активности сердца, что особенно выражено на стадии отдалённых последствий.

Цель исследования. Провести сравнительный анализ частоты сердечных сокращений (ЧСС) в изолированном сердце и частоты спонтанной активности (ЧСА) потенциала действия кардиомиоцитов правого предсердия у интактных животных и у крыс с моделью экспериментального инфаркта миокарда на стадии отдалённых последствий.

Материалы и методы. В работе использовано 40 взрослых, белых беспородных крысы, разделенные на 4 группы: *ex vivo* - здоровые крысы (n=10), крысы с моделью ИМ на стадии отдалённых последствий (n=10); *in vitro* - здоровые крысы (n=10), крысы с моделью ИМ на стадии отдалённых последствий (n=10). Экспериментальный ИМ моделировали перевязкой левой коронарной артерии у крыс. Через 120 суток (стадия отдалённых последствий) проводили исследование *ex vivo* на установке изолированного по Лангендорфу сердца (ADInstruments), и исследование *in vitro* на препаратах изолированного правого предсердия - внутриклеточными микроэлектродами регистрировали ЧСА.

Результаты. На электрограмме изолированного сердца в период 120-дневной ишемии наблюдали подъем сегмента ST до уровня изолинии, что свидетельствовало о развившемся ИМ.

Исходная частота сердечных сокращений у интактных крыс составила 212,6 ±9 уд/мин. В то время как у животных с моделью экспериментального инфаркта миокарда ЧСС составила 193,1±11 уд/мин, и была ниже на 9% ($p<0.01$).

Частота спонтанной активности кардиомиоцитов правого предсердия у здоровых животных составила 161,4±13 уд/мин. А у крыс с моделью экспериментального инфаркта миокарда на стадии отдалённых последствий данный показатель составил 136,1±8 уд/мин, что на 19% ($p<0.01$) ниже группы интактных животных.

Выводы. Проведенное исследование выявило, что формирование экспериментального инфаркта миокарда на стадии отдалённых последствий приводит к уменьшению ЧСС изолированного сердца и ЧСА потенциала действия кардиомиоцитов правого предсердия, что может свидетельствовать о нарушении клеточных механизмов автоматии и функциональной перестройке сердечной мышцы в постинфарктный период.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОТИПОВ НЕЙТРОФИЛОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ

***Иващенко М.Н.*[1,2] *, Еремин С.П.*[1,2] *, Дерюгина Е.С.*[1] *, Помазова П.Е.* [1,2]**
[1] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород
[2] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

Нейтрофилы - эффекторные клетки врождённого иммунитета, мигрирующие из кровотока в очаг воспаления, их количественные и функциональные сдвиги предшествуют клиническим проявлениям акушерско-гинекологических заболеваний. Традиционные гематологические и цитохимические тесты отражают функциональное состояние популяции в целом, но не позволяют оценить структурные перестройки отдельных клеток на субклеточном уровне. Сканирующая электронная микроскопия даёт возможность

визуализировать топографию поверхности клетки, то есть ранние морфологические маркеры активации и истощения нейтрофилов.

Цель работы - с использованием сканирующей электронной микроскопии выявить морфологические признаки перестройки нейтрофилов периферической крови и оценить их прогностическую ценность как ранних предикторов заболеваний.

Эксперименты проводили *in vitro*. Сформированы группы животных: контроль и опыт (животные, у которых диагностированы гнойно-катаральные эндометриты). Оценка морфологии нейтрофилов проведена с использованием сканирующего электронного микроскопа Hitachi SU8220 (Япония). Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента.

У контрольных животных нейтрофилов крови представлены гомогенной популяцией сферических клеток; до 95% клеток несут многочисленные псевдоподии. Развитая сеть псевдоподий свидетельствует о готовности к фагоцитозу. У животных опытной группы доля клеток с выраженными псевдоподиями достоверно снижена; в популяции преобладают клетки с гладкой поверхностью, опустошёнными гранулами и вакуолизацией цитоплазмы. Методом сканирующей электронной микроскопии регистрируются внеклеточные ловушки, появление внеклеточных ловушек при сохранении целостности клеток отражает напряжение адаптационных механизмов, а их избыточное образование - снижение резервных возможностей популяции.

Сканирующая электронная микроскопия - высокоинформативный метод ранней диагностики: структурные перестройки нейтрофилов (утрата псевдоподий, дегрануляция, вакуолизация, образование внеклеточных ловушек) опережают клинические признаки заболевания.

Морфотип «гладкая клетка с опустошёнными гранулами» и снижение доли псевдоподий содержащих нейтрофилов могут служить критериями формирования группы риска по акушерским патологиям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта №25-26-00675.

МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ, СЕРДЦЕ И ПЕЧЕНИ ПРИ ЛЕГКОЙ И ТЯЖЕЛОЙ МОДЕЛЯХ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИИ ДЮШЕННА

Игошкина А.Д. [1]***, Степанова А.Е.*** [1]***, Михеева И.Б.*** [2]***, Рахмаева С.О.*** [1]***, Дубинин М.В.*** [1]
[1] Марийский государственный университет, Йошкар-Ола
[2] Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино

Митохондриальная дисфункция является ключевым вторичным механизмом патогенеза мышечной дистрофии Дюшенна (МДД), однако ее системный характер и связь с тяжестью заболевания остаются малоизученными. Целью работы было сравнительное исследование митохондриальной дисфункции в скелетных мышцах, сердце и печени у мышей с легкой (mdx на фоне C57BL/10) и тяжелой (D2.DMD на фоне DBA/2) моделями МДД.

В работе использовали 8-недельных самцов четырех линий: C57BL/10, mdx, DBA/2 и D2.DMD. Оценивали параметры окислительного фосфорилирования, кальциевую емкость и кальциевую перегрузку митохондрий во всех трех органах. Проводили гистологический и ультраструктурный анализ, определение маркеров окислительного стресса (4-HNE) и кальций-зависимого протеолиза (активность кальпаинов), а также функциональные тесты.

У мышей D2.DMD выявлена значительно более выраженная митохондриальная дисфункция во всех трех органах по сравнению с mdx. В скелетных мышцах D2.DMD наблюдалось более выраженное снижение скорости АДФ-стимулированного дыхания и параметра дыхательного контроля, сопровождавшееся повышенной кальциевой перегрузкой и снижением кальциевой емкости. Митохондрии сердца и печени D2.DMD также демонстрировали угнетение дыхательной функции. Активность кальпаинов была достоверно повышена только в скелетных мышцах дистрофичных мышей, тогда как в сердце и печени оставалась неизменной. Уровень 4-HNE был повышен в скелетных мышцах и сердце обеих дистрофичных линий, а также в печени D2.DMD, но не mdx. Электронная микроскопия выявила тяжелую дезорганизацию мышечных волокон и аномалии митохондрий у мышей D2.DMD, с уменьшением количества и размера этих органелл в скелетных мышцах, но компенсаторной пролиферацией в сердце. На уровне ткани у мышей D2.DMD отмечены более выраженные фиброз, кальцификация и воспаление.

Корреляционный анализ по генетическим фонам показал, что в группе DBA/2 сильные связи между митохондриальной дисфункцией и патологией тканей выявляются во всех трех органах, тогда как в группе C57BL/10 –преимущественно в скелетных мышцах, но ограниченно в сердце и печени.

Таким образом, модель D2.DMD воспроизводит тяжелую системную митохондриальную дисфункцию в скелетных мышцах, сердце и печени и может использоваться для изучения системных митохондриальных нарушений при МДД. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода при разработке митохондриально-направленной терапии МДД с учетом органной специфичности патологических механизмов. В докладе рассматриваются системные проявления митохондриальной дисфункции при МДД, ее связь с тяжестью фенотипа и генетическим фоном, а также перспективы использования модели D2.DMD в доклинических исследованиях.

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНОЙ ОБРАБОТКИ У МАТЕРЕЙ ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Исангалиева И.М. [1]***, Ковалева А.В.*** [1]***, Салимгареев Т.С.*** [2]
[1] Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва
[2] Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Длительный уход за ребенком с тяжелым заболеванием связан с высокой нагрузкой на процессы внимания и когнитивного контроля. Цель исследования состояла в оценке поведенческих и электрофизиологических реакций на когнитивный конфликт и редкий значимый стимул у матерей детей с тяжелыми заболеваниями.

Обследованы 39 матерей на базе благотворительного фонда «Добрый дом». Возраст участниц составил 41,2±7,5 года, от 23 до 54 лет. Возраст детей составил 11,7±5,2 года, от 1 до 20 лет; 22 ребенка были мужского пола, 17 женского. Все участницы подписали информированное согласие. Исследование одобрено этическим комитетом ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий. В протокол входила оценка воспринимаемого стресса по шкале PSS-14.

Когнитивную деятельность исследовали с помощью модифицированной задачи Струпа и слуховой парадигмы oddball при регистрации ЭЭГ в 19 отведениях. В анализ вызванных

потенциалов включали корректные пробы с уравниванием числа эпох между условиями. В задаче Струпа оценивали P1, N1, N2, N450 и поздний положительный комплекс, в парадигме oddball N1, P2, N2 и P300. Для множественных сравнений применяли поправку по методу Бенджамини и Хохберга. Возраст учитывали при статистическом анализе.

В задаче Струпа время реакции на неконгруэнтные стимулы было выше, чем на конгруэнтные: 761,0±105,9 и 712,9±90,8 мс соответственно. Интерференционный эффект составил 48,1±61,5 мс, $t(38)=4,89$; $p<0,001$; $dz=0,78$, что отражает устойчивое замедление ответа при когнитивном конфликте. В парадигме oddball различия между стандартными и целевыми стимулами выявлены для ранних компонентов вызванного потенциала. Амплитуда N1 для целевых стимулов была более отрицательной: −0,87 против −0,13 мкВ, $pFDR<0,001$; $dz=-0,70$. Амплитуда P2 для целевых стимулов была ниже: 0,79 против 1,66 мкВ, $pFDR<0,001$;$dz=-0,65$. Наиболее отчетливые электрофизиологические различия проявлялись на ранних этапах обработки слухового стимула.

Полученные данные показывают сочетание выраженного поведенческого эффекта когнитивной интерференции и ранней электрофизиологической дифференциации значимых и стандартных слуховых стимулов. Совместный анализ поведения и вызванных потенциалов позволяет характеризовать разные уровни когнитивной обработки в условиях длительной стрессовой нагрузки. Для определения специфичности выявленного профиля необходимо сопоставление матерей детей с тяжелыми заболеваниями, матерей здоровых детей и женщин без детей одновременно по PSS-14, поведенческим показателям и характеристикам вызванных потенциалов.

ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ ГОЛОВНОЙ БОЛИ И ТИКОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД

Исрафилова А.М.[1], Абдулова А.М.[2]
[1] Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань
[2] Морозовская детская городская клиническая больница Департамента здравоохранения города Москвы, Москва

Головная боль и тикозные расстройства относятся к часто встречающимся неврологическим состояниям детского и подросткового возраста и могут сопровождаться эмоциональными и поведенческими проявлениями. Современные исследования указывают на значимую взаимосвязь неврологических симптомов с тревожностью, что определяет необходимость комплексного подхода к оценке состояния ребёнка.

Систематический обзор и метаанализ 80 исследований показал, что у детей и подростков с мигренью выраженность тревожных и депрессивных симптомов выше по сравнению со здоровыми сверстниками; вероятность тревожных расстройств также была статистически значимо выше (OR 1,93; 95% ДИ 1,49–2,50). Авторы подчёркивают целесообразность выявления тревожных и депрессивных проявлений у пациентов детского возраста с мигренью.

Тревожность также является распространённой сопутствующей проблемой при хронических тикозных расстройствах. По данным обзора современных исследований, около 30–50% детей и подростков с хроническими тикозными расстройствами имеют как минимум одно сопутствующее тревожное расстройство. При этом тревожность может сохраняться дольше, чем сами тикозные проявления, а её наличие связано с большей выраженностью тикозного расстройства и нарушением повседневного функционирования.

Таким образом, психоэмоциональные проявления следует учитывать при комплексной оценке детей и подростков с головной болью и тикозными расстройствами. Взаимодействие неврологических и психологических факторов подчёркивает необходимость междисциплинарного взаимодействия детского невролога и клинического психолога. Выявление тревожных проявлений наряду с оценкой неврологической симптоматики может способствовать более полному пониманию состояния ребёнка и своевременному определению направлений психологической помощи. Перспективным направлением является дальнейшее изучение взаимосвязи тревожности, головной боли и тикозных проявлений в детском и подростковом возрасте.

ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ ФАЗЫ НЕФРОПАТИИ НА ТКАНЕВОЙ БАРЬЕР ТОЩЕЙ И ТОЛСТОЙ КИШКИ

Калашников Е.А., Фёдорова А.А., Марков А.Г.
Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

Функциональная зависимость внутренних органов представляет широкий интерес для научных исследований. Одна из наиболее интересных тем исследований в данной области – ось кишечник-почка, поскольку данные органы широко используют активный и пассивный транспорт через эпителий, что приводит к развитию положительной обратной связи между их дисфункциями в состоянии нефропатии. Ранее при изучении динамики этих изменений были показаны пик изменений через 2 месяца после 5/6 нефрэктомии, с постепенным восстановлением барьера кишечника через 4 и 6 месяцев. Свойства барьера в острую фазу нефропатии, однако, в настоящее время изучены слабо. В связи с этим в данной работе исследованы электрофизиологические свойства и макромолекулярная проницаемость через 15 и 30 дней после нефрэктомии, в острой фазе нефропатии.

Работа выполнена на самцах крыс Wistar массой 250-300 г. Нефропатию вызывали проведением 5/6 нефрэктомии, у контрольной группы проводили ложную операцию, почки декапсулировали без удаления их тканей. Постоперационная передержка составляла 15 и 30 дней. Валидацию модели производили путем измерения артериального давления и частоты сердечных сокращений. Тканевой барьер исследовали методом камер Уссинга, где измеряли ток короткого замыкания (ток КЗ) и трансэпителиальное сопротивление (ТЭС). Проницаемость к макромолекулярным соединениям изучали путем определения диффузии флуоресцеина натрия.

Через 15 дней после операции наблюдали снижение ТЭС и повышение тока КЗ в тощей кишке, и данные изменения сохранялись на 30й день. В толстой кишке электрофизиологические показатели тканевого барьера достоверных изменений не показали. Проницаемость к флюоресцеину натрия в обеих временных точках снижалась как в тощей, так и в толстой кишке.

Таким образом, в острой фазе нефропатии наблюдаются изменения свойств эпителиального барьера в тонкой кишке уже на пятнадцатый день. Толстая кишка сохраняет целостность своего барьера. Кроме того, наблюдаются изменения в проницаемости обоих этих сегментов кишечника к макромолекулярным соединениям.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И МОЛЕКУЛЯРНОГО СОЗРЕВАНИЯ АДРЕНОКОРТИКОЦИТОВ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У ДЕТЕЙ

Калинина И.С., Апраксина Н.К.
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург

Кора надпочечников характеризуется выраженной возрастной перестройкой, особенно интенсивной в постнатальном периоде. Инволюция фетальной зоны, развитие дефинитивной коры и последующее формирование сетчатой зоны сопровождаются изменением морфологии адренокортикоцитов, их ультраструктуры и профиля стероидогенеза. Изучение данных процессов имеет важное значение для понимания закономерностей функционального созревания эндокринной системы в детском возрасте. Современные методы одноклеточной и пространственной транскриптомики позволяют дополнить морфологические исследования характеристикой молекулярной гетерогенности клеток коры надпочечников.

Целью настоящего исследования являлось обобщение современных данных о возрастной динамике морфометрических, ультраструктурных, стероидогенных и молекулярных характеристик адренокортикоцитов коры надпочечников у детей.

Проведён систематический анализ публикаций в PubMed. В проанализированных экспериментальных исследованиях использовались методы: одноклеточного РНК - секвенирования (single cell sequencing), иммуногистохимии (IHC), микрофокусной компьютерной томографии (micro-CT).

Установлено, что постнатальное развитие коры надпочечников сопровождается последовательной инволюцией фетальной зоны и созреванием дефинитивной коры. Эти процессы сопровождаются изменением размеров и формы адренокортикоцитов, соотношения ядерного и цитоплазматического компонентов, содержания липидных включений и степени развития гладкой эндоплазматической сети и митохондрий. Возрастная морфологическая перестройка соответствует изменению стероидогенной активности клеток. В раннем постнатальном периоде происходит переход от преимущественно фетального профиля стероидогенеза к функциональной специализации отдельных зон коры. Постепенно формируются характерные для клубочковой, пучковой и сетчатой зон профили экспрессии стероидогенных ферментов, включая CYP11A1, CYP17A1, CYP21A2, CYP11B1 и CYP11B2. Молекулярные исследования демонстрируют выраженную клеточную гетерогенность и наличие переходных состояний адренокортикоцитов, отражающих процессы пролиферации, дифференцировки и зональной специализации. Таким образом, формирование зрелой коры представляет собой динамический процесс, в котором морфологические и функциональные изменения тесно связаны с перестройкой транскрипционных программ.

Таким образом, возрастное созревание адренокортикоцитов представляет собой комплексный процесс, включающий морфометрическую и ультраструктурную перестройку клеток, изменение стероидогенного профиля и последовательное формирование специализированных клеточных популяций. Интеграция морфологических, иммуногистохимических и молекулярных методов позволяет глубже охарактеризовать физиологическое развитие коры надпочечников и создать основу для дифференциации возрастной нормы и патологических изменений у детей.

СЕНЕСЦЕНТНЫЕ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫЕ СТРОМАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ КАК МОДУЛЯТОР ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ МАКРОФАГОВ: МОДЕЛЬ ИНФЛАМЕЙДЖИНГА IN VITRO

Калиш С.В., Кожевникова Е.О., Лямина С.В.
Российский университет медицины, Москва

Накопление сенесцентных клеток и их секреторный фенотип (SASP) рассматриваются как ключевое звено инфламейджинга. Влияние сенесцентных мезенхимальных стромальных клеток (МСК) жировой ткани на поляризацию макрофагов и систему процессинга и презентации антигенов (АРМ) до настоящего времени изучено недостаточно.

Цель: оценить влияние сенесцентных МСК висцеральной жировой ткани на фенотип, транскрипционный и секреторный профиль нативных и активированных макрофагов.

Материалы и методы: МСК выделяли из стромально-васкулярной фракции висцеральной жировой ткани человека (критерии ISCT). Сенесценс клеток был индуцирован добавлением H_2O_2 (100 мкМ, 3 ч) с верификацией по SA-β-Gal, экспрессии CDKN2A, CDKN1A, LMNB1, генов IL-6, IL-8, TNFα, TGFβ. Макрофаги были получены из клеточной линии THP-1 (PMA), часть из них активировали LPS (100 нг/мл). Бесконтактное со-культивирование (мембранные вставки, 24 ч) проводили в 12 условиях. Для оценки фенотипа макрофагов использован метод проточной цитометрии с оценкой CD86/CD163/CD206, выполнена ОТ-ПЦР-РВ для 22 генов, включая АРМ, цитокины, хемокины; в качестве референсных генов использованы GUSB и RPLP0. Выполнены три биологических повтора, каждый из них в четырех технических. Для статистической обработки результатов использованы критерии Краскела–Уоллиса и Манна–Уитни с поправкой Бенджамини–Хохберга.

Результаты: В сенесцентных МСК доля SA-β-Gal+ клеток возрастала с 4,8 до 61,7%, экспрессия CDKN2A — в 8,7, CDKN1A — в 5,4 раза ($p<0,001$). Интактные МСК смещали покоящиеся макрофаги к альтернативной активации (индекс поляризации (CD86)/(CD163+CD206) 0,68→0,59), сенесцентные повышали его до 1,50, а в сочетании с активированными макрофагами — до 6,55 ($p=0,006$). В активированных макрофагах сенесцентные МСК синергически индуцировали все звенья АРМ: CIITA и PSME2 ×148,6, PSMB2 ×113,0, TAP2 ×64,9, NLRC5 ×39,5; усиливали экспрессию IL-2 (×135,3), IFN-γ (×121,9), TGF-β (×41,2), TRAIL (×251,6) при подавлении IL-1β. В супернатанте возрастали IL-6 (40→1914 пг/мл), IFN-γ (9→774), TGF-β (217→3105), тогда как IL-4 и IL-10 были максимальны лишь при сочетании активированных макрофагов с интактными МСК и снижались в присутствии сенесцентных ($p\leq0,005$). В макрофагах формировался сенесценс-подобный профиль: CDKN1A ×11,7, CDKN2A ×6,8, LMNB1 0,42, IL6 ×62,3, CXCL8 ×68,5 ($p<0,001$).

Заключение: При взаимодействии сенесцентных МСК отмечена фиксация М1-подобного фенотипа макрофагов, скоординированное повышение экспрессии генов антигенпрезентации и провоспалительных медиаторов и индукция паракринной сенесценции макрофагов, что позволяет предположить воспроизведение ключевых особенностей инфламейджинга в жировой ткани.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ИМПЛАНТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ СТИМУЛЯЦИИ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Камалеева К.Л.
Казанский государственный медицицнский университет, Казань

Болезнь Паркинсона характеризуется дегенерацией дофаминергических нейронов чёрной субстанции и развитием моторных флуктуаций и леводопа-индуцированных дискинезий. Глубокая стимуляция мозга (ГСМ) эффективна, но ограничена фиксированными параметрами и эмпирическим подбором, что обусловливает потребность в персонализированной терапии. Адаптивная ГСМ (аГСМ) на основе обратной связи по бета-осцилляциям (13–35 Гц) и малоинвазивные подкожные импланты с телеметрией повышают точность контроля симптомов и удобство лечения. In silico-моделирование нейронных сетей позволяет обоснованно определять терапевтическое окно и разрабатывать алгоритмы стимуляции ещё до доклинических исследований.

Цель. Разработать мультимасштабные модели нейронных сетей базальных ганглиев для выбора мишени и параметров стимуляции в имплантируемой системе с дистанционным управлением, чтобы снизить моторные флуктуации и леводопа-индуцированные дискинезии при болезни Паркинсона за счёт персонализированной нейромодуляции.

Материалы и методы. Выполнено in silico моделирование контура «кора–стриатум–СТЯ–GPi–таламус»: на микроуровне — спайковая сеть по модели Ижикевича (200–500 нейронов на популяцию) для воспроизведения бета-осцилляций (13–35Гц) и гиперсинхронизации при дефиците дофамина; на макроуровне. —mean-field модель (уравнения Уилсона–Кована). Мишень — СТЯ. Параметры стимуляции (частота 130–185 Гц, длительность импульса 60–90 мкс) подбирали по снижению индекса синхронизации и бета-мощности с учётом зоны активации ЗВА для минимизации воздействия на нецелевые структуры. Создан прототип аГСМ с обратной связью по локальной бета-активности; параметры интегрированы в протокол имплантируемого генератора с телеметрией и управлением через мобильное приложение. Валидация — сопоставление с клиническими данными ГСМ и проверка устойчивости к вариациям параметров.

Результаты. Стимуляция СТЯ снизила патологическую синхронизацию сети и восстановила физиологичный паттерн передачи моторных команд. Определены диапазоны параметров, обеспечивающие терапевтический эффект без избыточной активации капсулярных структур. Алгоритм аГСМ компенсировал флуктуации активности и поддерживал стабильный контроль сети.

Заключение. Мультимасштабное нейросетевое моделирование обосновывает выбор мишени и параметров стимуляции и позволяет разрабатывать алгоритмы адаптивной нейромодуляции для систем замкнутого контура. Это повышает предсказуемость эффекта, способствует персонализации терапии и потенциально снижает потребность в частой коррекции медикаментозного лечения.

СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ И БИКАРБОНАТНЫЙ БУФЕР В ПОДДЕРЖАНИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО РАВНОВЕСИЯ ПОЛОСТИ РТА

Камалов М.Д. [1]***, Камалов Ш.Д.*** [2]***, Нагиев К.К.*** [1]
[1] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**
[2] **Казанская государственная медицинская академия, Казань**

Устойчивость эмали к кислотным воздействиям зависит от способности слюны удалять ферментируемые углеводы и нейтрализовать кислоты зубной биоплёнки. Изучение взаимодействия слюноотделения и буферных механизмов позволяет обосновать профилактику кариеса с позиций нормальной физиологии. Цель обзора — раскрыть вклад скорости секреции и бикарбонатного буфера слюны в восстановление pH после углеводной нагрузки.

Защитное действие слюны объединяет физическое удаление растворённых веществ и химическую нейтрализацию кислот. Жевательная стимуляция усиливает секрецию, способствуя разбавлению и выведению сахаров и продуктов их бактериального метаболизма. Бикарбонат связывает ионы водорода с образованием угольной кислоты, превращающейся в воду и углекислый газ. Совместное действие этих процессов ограничивает продолжительность закисления среды. Восстановление pH создаёт условия для сохранения минерального равновесия эмали и её реминерализации при наличии доступных кальция и фосфатов.

Данные исследования 102 взрослых показывают, что жевательная стимуляция сопровождается увеличением скорости слюноотделения, концентрации бикарбоната и pH. Однако индивидуальные изменения скорости секреции не коррелировали с изменениями концентраций ионов. Это согласуется с различиями регуляции образования жидкости в ацинусах и транспорта электролитов в протоках слюнных желёз. Следовательно, увеличение объёма слюны само по себе не позволяет количественно предсказать изменение её ионного состава; скорость секреции, pH и буферную ёмкость следует рассматривать как взаимодополняющие характеристики.

Исследования с углеводной нагрузкой подтверждают, что жевание резинки без сахара способствует восстановлению pH зубного налёта. Вместе с тем pH смешанной слюны не тождествен локальному pH биоплёнки, а кратковременное уменьшение кислотности не является прямым доказательством долгосрочного предотвращения кариеса. При интерпретации профилактического эффекта необходимо учитывать состав жевательной резинки и особенности исследуемой модели.

Таким образом, физиологическая защита эмали определяется сочетанием удаления кислот и их буферной нейтрализации. Поддержание слюноотделения имеет значение для профилактики кариеса, поскольку способствует восстановлению среды после углеводных воздействий. Оценка этой защиты требует совместного учёта секреторной активности слюнных желёз и кислотно-основных свойств слюны.

СОЦИАЛЬНО-МЕДИЦИНСКИХ ФАКТОРЫ, КАК ПРЕДИКТОРЫ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ

Капитанова Д.А., Якобсон Т.И., Власова Т.И., Маркина А.Е.
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск

Введение. Гипертензивные осложнения гестации представляют собой значимую медико-социальную проблему современного акушерства, обусловленную их существенным вкладом в структуру материнской и перинатальной заболеваемости и смертности. Многофакторный характер патогенеза определяет необходимость учета широкого спектра детерминант, включая социально-демографические и медицинские характеристики беременной. Выявление факторов, ассоциированных с повышенным риском развития гипертензивных осложнений, имеет принципиальное значение для стратификации пациенток, а также своевременной и персонализированной коррекции тактики ведения беременности.

Цель. Определить социально-медицинские предикторы развития гипертензивных осложнений гестации.

Материалы и методы. На базе перинатального центра Республики Мордовия проведено проспективное исследование (2023-2025 гг.) 183 пациенток с одноплодной доношенной беременностью. Все беременные были разделены на три группы: группа 1 (контроль) (n=88) – беременные с физиологическим течением гестации, группа 2 (n=72) – беременные с гестационной гипертензией (ГАГ) и третья группа сформирована из 23 пациенток с умеренной и тяжелой преэклампсией (ПЭ). Статистический анализ клинико-анамнестических данных беременных проведен с использованием программы Statistica 13.0.

Результаты. При анализе медико-социальных характеристик пациенток установлено статистически значимое преобладание женщин, проживающих в городской местности, среди пациенток с ГАГ и ПЭ — 58,3% и 78,3% соответственно ($p<0,05$). Табакокурение в анамнезе чаще регистрировалось у беременных с гипертензивными расстройствами: у 4,2% пациенток с ГАГ и 13,0% пациенток с ПЭ против 1,1% в контрольной группе. При этом наличие табакокурения ассоциировалось с повышением риска развития ПЭ в 11,5 раза. Статистически значимых межгрупповых различий по уровню образования и семейному положению не выявлено. Начиная со II триместра гестации отечный синдром достоверно чаще регистрировался у пациенток с ГАГ и ПЭ, составляя 20,8% и 30,4% соответственно, с прогрессированием данной тенденции в III триместре — 45,8% и 73,9% соответственно ($p<0,05$). Одним из значимых факторов, ассоциированных с развитием кардиоваскулярной патологии, являлся индекс массы тела (ИМТ). У пациенток с ГАГ и ПЭ его средние значения ИМТ статистически значимо превышали показатели контрольной группы на 12,86% и 19,04% соответственно ($p<0,05$), что соответствовало избыточной массе тела и ожирению I степени. Наличие ожирения взаимосвязано с повышением риска развития гипертензивных осложнений беременности в 2,81 раза. Патологическая прибавка массы тела в течение беременности достоверно чаще отмечалась у пациенток с ПЭ, при этом ее показатели превышали значения контрольной группы на 25,02% ($p<0,05$). Согласно результатам балльной оценки шкалы риска венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО) в соответствии с действующими клиническими рекомендациями, у беременных с ГАГ риск развития ВТЭО был в 3,37 раза выше, чем в контрольной группе, тогда как у пациенток с ПЭ — в 7,63 раза.

Заключение**.** Таким образом, гипертензивные расстройства гестации ассоциированы с рядом медико-анамнестических данных, включая проживание в городской местности, табакокурение, исходно повышенный риск ВТЭО, а также неблагоприятный преморбидный

фон в виде избыточной массы тела или ожирения, динамически регистрирующаяся патологическая прибавка в весе и ранняя манифестация отечного синдрома.

МИКРОБИОТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ НЕРВНОЙ РЕЦЕПЦИИ И МОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ КРЫС

Каравай Т.В.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Актуальность. Стремительное развитие концепции оси «кишечник — мозг» требует поиска новых способов направленной регуляции висцеральных функций. Кишечная микробиота и ее метаболиты (прежде всего, лактат и короткоцепочечные жирные кислоты) во многом определяют характер афферентной нервной сигнализации и моторику ЖКТ. Дисбаланс в этой системе часто запускает развитие функциональных расстройств кишечника, манифестирующих висцеральной гиперчувствительностью и дискинезией. В данном контексте особый научно-практический интерес представляет прямое сравнение механизмов действия разных классов микробиом-модулирующих агентов — живых пробиотических штаммов и бесклеточных метабиотиков.

Методы. Эксперименты выполнены на 16 белых крысах-самцах линии Вистар (масса 200–320 г). Животные были разделены на три группы: 1-я — контроль (n=6, стандартный рацион); 2-я (n=5) — в течение месяца внутрижелудочно получала пробиотик Bifidobacterium longum (1 мл); 3-я (n=5) — в течение месяца перорально получала метабиотик «Актофлор» (0,03 мл/кг). По окончании курса в условиях острого опыта под тиопенталовым наркозом (70 мг/кг, внутрибрюшинно) проводили регистрацию показателей. Для полиграфической записи и обработки данных применяли аппаратно-программный комплекс «Нейрон-Спектр-4» («Нейрософт»). Статистический анализ выполняли с использованием t-критерия Стьюдента для малых выборок.

Результаты. Введение лактата натрия в ободочную кишку в контрольной группе вызывает стойкое и длительное повышение афферентной импульсации в блуждающем нерве (с 16,0±0,7 до 27,4±6,0 имп/с к 8-й минуте). У крыс 2-й группы месячный прием Bifidobacterium longum полностью нивелировал данный эффект — достоверного роста нервной активности не обнаружено, что указывает на перестройку рецепторного аппарата под влиянием пробиотика. У 3 группы применение метабиотика «Актофлор» (0,03 мл/кг) оказывает выраженное стимулирующее действие на ободочную кишку, длительный курс (1 месяц, *per os*) приводит к росту максимальной амплитуды в 2 раза и увеличению длительности пачек ободочной кишки в 3 раза, что физиологически выражалось в успешной реализации гастроколического рефлекса.

Таким образом, исследованные биотические средства демонстрируют комплементарный терапевтический потенциал: пробиотики эффективно контролируют сенсорное звено (ось «кишечник — мозг»), предотвращая гиперчувствительность, в то время как метабиотики активируют моторно-эвакуаторную функцию ободочной кишки.

АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ БЕЛКОВ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ КОНТАКТОВ В ЛЁГОЧНОЙ ТКАНИ КРЫС В РАННИЕ СРОКИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

Каретникова Е.С.
Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

Проведение лучевой терапии органов грудной клетки неразрывно связано с повреждением нормальной легочной ткани. Повреждающее воздействие ионизирующего излучения инициирует каскады длительно развивающихся патофизиологических реакций, приводящих к пневмофиброзу. Процессы, происходящие в лёгочной ткани в ранние сроки после облучения, предшествуют последующим изменениям и, вероятно, индуцируют их.

Барьерные свойства эпителия, его межклеточная проницаемость и механическое соединение эпителиоцитов зависят от мультибелковых комплексов плотных и адгезионных контактов. Различные воздействия могут изменять уровень отдельных белков межклеточных контактов, что приводит к изменению свойств эпителия и через сигнальные пути влияет на судьбу эпителиоцитов. Данные о ранних эффектах облучения, в том числе об изменении уровня белков межклеточных контактов в лёгочной ткани, крайне ограниченны.

Целью исследования была оценка ранних изменений уровня белков межклеточных контактов после облучения в средней и высокой дозах, а также оценка апоптоза как показателя общего состояния лёгочной ткани крыс.

Самцы крыс Вистар были разделены на три группы: «0 Гр» (контрольная), «2 Гр» (средняя доза) и «10 Гр» (высокая доза). Облучение было проведено на рентгеновском аппарате РУМ-17 при мощности дозы 0,31 Гр/мин. Образцы лёгочной ткани были собраны через 72 часа после облучения. Для оценки уровня и распределения белков межклеточных контактов и активированной каспазы-3 были использованы вестерн-блот и иммунофлюоресцентное окрашивание.

В группе «2 Гр» в лёгочной ткани было выявлено увеличение уровня окклюдина и трицеллюлина; в бронхиальном эпителии облучение индуцировало появление клаудина-8. В группе «10 Гр» облучение наряду с увеличением уровня окклюдина в лёгочной ткани и появлением клаудина-8 в бронхиальном эпителии вызывало увеличение уровня клаудина-4 в альвеолярном эпителии и снижение уровня активированной каспазы-3 в лёгочной ткани. При обеих дозах (2 и 10 Гр) было выявлено увеличение уровня основного белка адгезионных контактов Е-кадгерина.

Повышение уровня окклюдина, вероятно, отражает компенсаторный механизм, направленный на поддержание барьерно-транспортной функции эпителия. Клаудин-4 селективно снижает межклеточную проницаемость для ионов натрия, что ограничивает развитие альвеолярного отёка. Клаудин-4 также обладает сигнальной функцией: увеличение его уровня способно ингибировать апоптоз, что подтверждается снижением уровня активированной каспазы-3 и может рассматриваться как ещё один ранний адаптивный механизм. Повышение уровня клаудина-8 в бронхиальном эпителии снижает межклеточную проницаемость и одновременно повышает селективную проводимость для анионов, что способствует поддержанию оптимального состава бронхиальной слизи. Увеличение уровня Е-кадгерина, во-первых, увеличивает механическую прочность соединения эпителиоцитов; во-вторых, подавляет эпителиально-мезенхимальный переход; в-третьих, снижает пролиферативную активность эпителиоцитов, и тем самым расширяет временной интервал для репаративных процессов. Таким образом, полученные данные указывают на адаптивный характер ранних изменений уровня белков межклеточных контактов в лёгочной ткани после облучения.

ИЗУЧЕНИЕ ЦИЛИОСТАЗА НА МОДЕЛИ ДИСФУНКЦИЙ РЕСНИЧНОГО АППАРАТА *PARAMECIUM* ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ

Карпухина О.В., Иноземцев А.Н.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Реснички присутствуют почти у всех групп эукариот, а их структурная и молекулярная неизменность в процессе эволюции позволяют изучать их у различных видов организмов. У человека дефекты функции и формирования ресничного аппарата клеток приводят к патологиям, называемым цилиопатиями, которые представляют собой сложные мультисистемные заболевания человека, поражающие множество органов, таких как почки, мозг, глаза и дыхательные пути.

Функционирование ресничек в различных клеточных средах активно изучается с использованием различных модельных систем, от одноклеточных организмов до многоклеточных. У пресноводного организма *Paramecium* плавание обеспечивается работой более 6000 ресничек. Скоординированное хлыстообразное направленное биение ресничек — фундаментальная характеристика, которая обусловлена работой множества ионных каналов, в настоящее время хорошо изучена. В частности, высокая концентрации калия, Mg^{2+} и других катионов открывает потенциал-зависимые кальциевые каналы ресничек *Paramecium,* что приводит к градуированному потенциалу действия (ПД). Далее Ca^{2+} проникает в реснички достигает внутренней двигательной структуры- аксонемы в достаточном количестве, чтобы изменить биение ресничек. Происходит обратное плавание до тех пор, пока концентрация кальция в ресничках остается высокой. Деполяризация мембран и потенциал действия обычно кратковременны и быстро заканчиваются активацией K^+ - каналов в ресничках.

Мы изучили влияние различных химических агентов: наноразмерных CuO (40 нм), ZnO (40-80 нм) MoO_3 (1-2 нм); микропластических частиц (полиэтилен, полистирол, поливинилхлорид, полипропилен размером 40 мкм; концентрации 0,1–10 мкг/мл), на двигательную активность *Paramecium* и функциональность ресничек. Наряду с этим для инфузорий был определён токсический диапазон (10^2–10^3 мкг/мл) пропиленгликоля, который широко используется в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности в качестве растворителя, увлажнителя и стабилизатора (E1520). Повреждения ультраструктуры ресничного аппарата исследовались с помощью электронной микроскопии (Levenhuk D740T, увеличение до 2000 крат). По сравнению с контрольными интактными особями у *Paramecium,* инокулированных в среды с изучаемыми химическими агентами, отмечалось резкое угнетение двигательной активности вплоть до остановки (цилиостаз), которое характеризовалось рассинхронизацией биений ресничек, слипанием либо лизисом мембран. В среде с токсической концентрацией пропиленгликоля наблюдались дефекты структурной организации ресничек и децилирование — процесс, сохранившийся от одноклеточных до млекопитающих, приводящий к отслоению ресничек.

Моделирование цилиостаза ресничек *Paramecium,* применяя методику внесения в среду с клетками токсических веществ, представляет интерес для изучения разного рода цилиопатий и поиска фармакологических препаратов их терапии.

Исследование выполнено в рамках государственного задания МГУ имени М. В. Ломоносова (тема №121032500080-8).

ВЛИЯНИЕ ОБЫЧНОЙ И ФОТОАКТИВИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ НА ЭКСПРЕССИЮ COL2A1 ФИБРОХОНДРОЦИТОВ ПРИ ИНТЕРЛЕЙКИН-1β ИНДУЦИРОВАННОМ ВОСПАЛЕНИИ *IN VITRO*

***Керимов К.Б.*[1]*, Бобрышева И.В.*[2]**
[1] Клиническая больница №1 МЕДСИ, Московская область
[2] Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск

Регенерация фиброхондроцитов мениска при дегенеративных повреждениях мениска актуальна в послеоперацинном периоде после резекции или ушивания тканей. Нарушение биохимических процессов ткани мениска приводит к повреждению даже после незначительной нагрузки, в связи с чем их профилактика и разработка новых методов регенерации приобретает особую актуальность в современной ортопедии. В организме интерлейкин-1β приводит к угнетению синтеза нового коллагена фиброхондроцитами, который обеспечивает прочность и эластичность и восстановление ткани хряща. Коллаген второго типа кодируется геном COL2A1 и его количество является основополагающим фактором клинической картины дегенеративного повреждения.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны культуры клеток 12 здоровых доноров в возрасте от 18-35 лет после получения предварительного согласия и проведения оперативного вмешательства по поводу резекции мениска при их повреждении или проведения пластики передней крестообразной связки при условии отсутствия системной воспалительной патологии, отсутствия внутрисуставного введения глюкокортикоидов на протяжении последнего месяца. Клетки были культивированы *in vitro* и разделены на 4 группы, первая - контроль, остальные были обработаны рекомбинантным человеческим интерлейкином-1β в дозе 10 нг/мл на протяжении 48 часов. Дополнительно, на протяжении последующих 48 часов вторая группа получала физиологический раствор натрия хлорида, третья - обычную обогащённую тромбоцитами плазму (PRP), четвёртая - фотоактивированную инфракрасным светом PRP в эквивалентных дозах. Получение PRP происходило от каждого донора в объёме 10 мл крови перед началом лечения и оперативным вмешательством с разделением на 2 одинаковые дозы, одна была обычной PRP, вторая фотоактивированной. Определение экспрессии COL2A1 проводили при помощи коммерческих наборов по протоколу производителя, результат считался статистически значимым при $p < 0,05$.

Полученные результаты. При сравнении показателей первой и второй групп наблюдали снижение уровня экспрессии COL2A1 на 58% ($p < 0,001$). В третьей группе при добавлении обычной PRP показатель экспрессии COL2A1 снижается на 29% по отношению к первой группе и рост на 69,05% в сравнении с показателями второй группы ($p < 0,001$). В четвёртой группе наблюдается снижение уровня экспрессии COL2A1 на 6% в сравнении с первой группой, рост на 123,81% в сравнении со второй группой, и на 32,39% в сравнении с третьей группой ($p < 0,001$).

Выводы. Фотоактивированная PRP приводит к значительному росту экспрессии COL2A1 в культурах фиброхондроцитов *in vitro* и увеличению регенерации.

УРОВЕНЬ ЭСТРАДИОЛА В КРОВИ У САМОК КРЫС С ДЛИТЕЛЬНЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИММУНОСТИМУЛЯЦИИ

Клименко А.В., Пак О.С., Винникова В.Д., Абрамова А.Ю., Алексеева И.В., Перцов С.С.
Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва

В настоящее время хронический болевой синдром (ХБС) классифицируется как самостоятельное многофакторное заболевание, ключевым патогенетическим звеном которого выступают стойкие нарушения механизмов нейропластичности. Существуют лишь отдельные сведения о влиянии иммунотропной терапии на ось «гипоталамус–гипофиз–гонады». В доклинических и клинических исследованиях доминирует андроцентрический подход, однако, среди женщин ХБС наиболее распространены. Применение иммуномодуляторов при нестабильном, циклически меняющемся гормональном фоне часто приводит к нелинейным эффектам.

Целью работы явилось изучение концентрации эстрадиола у самок крыс с хроническим болевым синдромом в челюстно-лицевой области в условиях активации иммунных функций.

Работа выполнена в рамках госзадания FGFW-2022-0001. Эксперименты одобрены комиссией по биомедицинской этике ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий» (протокол № 12 от 20 апреля 2026 г.). Исследование проведено на самках крыс Wistar (n=63, массой тела 248±27 г). Крыс распределяли на 7 экспериментальных групп, по 9 животных в каждой: интактные особи (декапитация с последующим забором крови в 1-е сутки опытов, группа 1); группы 2 и 3 – активный контроль (инъекция физиологического раствора в височно-нижнечелюстной сустав). У крыс остальных групп моделировали болевой синдром в челюстно-лицевой области. Животные из групп 4 и 5 получали внутрибрюшинно физиологический раствор на 14-е сутки после внутрисуставной инъекции МИА. Особям из групп 6 и 7 внутрибрюшинно вводили липополисахарид на 14-е сутки после инъекции МИА. Продолжительность наблюдений составляла: 21 сутки – для крыс из 2-й, 4-й, и 6-й групп; 28 суток – для крыс из 3-й, 5-й и 7-й групп. По окончании наблюдений крыс выводили из эксперимента путем декапитации под легким эфирным наркозом строго в фазу диэструса. Уровень эстрадиола в плазме крови, полученной при декапитации животных, определяли методом ИФА.

Обнаружено, что для животных из группы 1 характерна большая концентрация эстрадиола по сравнению с таковой у крыс из групп 6 и 7: в 2,26 и 1,42 раза (p <0,05) соответственно. Содержание данного стероида у особей из группы 3 было в 1,53 раза больше, чем у животных из группы 7 (p <0,05).

Таким образом самки крыс, получившие МИА в ВНЧС с последующей внутрибрюшинной инъекцией ЛПС, характеризуются выраженным уменьшением концентрации эстрадиола в плазме крови как на 21-е сутки исследования (7-е сутки после введения ЛПС), так и на 28-е сутки наблюдений (14-е сутки после введения ЛПС).

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПИЩИ НА РЕАЛИЗАЦИЮ КОЖНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Климова К.А., Руткевич С.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Тонус отделов вегетативной системы динамично подстраивается под текущие задачи: симпатический отдел активируется для адаптации к активной деятельности, парасимпатический усиливает контроль для восстановления организма, в том числе после приема пищи. Современные исследования свидетельствуют о разном участии каждого из отделов в регуляции функций у разных индивидуумов.

Цель исследования: изучить влияние приема пищи на реализацию кожных симпатических вызванных потенциалов (КСВП) и показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) у молодых людей с разным типом вегетативной регуляции.

Материал и методы исследования. Регистрация проводилась в тихом помещении, лежа на спине с 9:00 до 12:00 после 10-минутной адаптации. Испытуемым рекомендовали накануне исследования исключить физические нагрузки, за 12 часов воздержаться от пищи. Исследование выполнено до и через 10 минут после приёма пищи (гречневая каша без масла 150 г и отварное куриное филе 100 г). Для регистрации ВСР («Психотест», «Нейрософт», Россия) электроды располагали в стандартных отведениях. Анализировали высокочастотный (HF), низкочастотный (LF), очень низкочастотный компоненты спектра (VLF). Для регистрации КСВП («Нейро-МВП», «Нейрософт», Россия) анод накладывался на кожу 2-ой фаланги среднего пальца, катод на продолжение 2-го межпальцевого промежутка на расстоянии 3 см от кожной складки, на запястье – заземляющий электрод. Стимулирующим электродом подавали серию из трёх одиночных стимулов (5, 15 и 25 мА) на указательный палец. Пауза между стимуляциями не менее 5 минут. Анализировали латентный период, амплитуду первой фазы (А1), длительность первой фазы, амплитуду второй фазы (А2).

Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Statistica 6.0 (Statsoft, США). После проверки данных на нормальность распределения (критерий Шапиро-Уилка) достоверность различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования. По результатам анализа ВСР испытуемые были разделены на три группы: ваготоники (LF/HF <1,0) – 9, нормотоники (LF/HF = 0,9-1,2) – 9, симпатотоники (LF/HF> 1,2) в– 5. Анализ показателей ВСР выявил, что прием пищи сопровождался смещением вегетативного баланса в сторону симпатической активации. У группы нормотоников после еды зафиксировано увеличение мощности низкочастотного компонента (LF %) от 32±2 до 34±2 %, у ваготоников этот показатель увеличивался от 25±2 до 29±2 %, у симпатотоников реакция почти отсутствовала. Анализ показателей КСВП выявил значимое изменение амплитуды второй фазы, отражающей активность эрготропных центров гипоталамуса. У ваготоников прирост А2 был от 3,9±0,2 до 4,2±0,2 мВ, а у нормотоников исходно более высокий уровень А2 имел тенденцию к снижению от 3,5±0,3 до 3,1±0,2 мВ, что может отражать снижение вклада симпатической активности.

Таким образом, комплексный подход с использованием методов ВСР и КСВП позволяет количественно оценить неуниформность влияний вегетативной нервной системы для адаптационных реакций организма.

СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЖИ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Ковалева Л.К. [1]***, Мартусевич А.К.*** [2,3]
[1] **Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар**
[2] **Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород**
[3] **Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород**

Плазменная медицина молодое научное направление, все чаще привлекающее внимание исследователей областей биомедицины и физики. Однако многие аспекты взаимодействия с плазмой остаются неизученными. Уточнения требуют следующие положения: биофизические механизмы взаимодействия; лимитирующие факторы, оказывающие влияние на ответ биологических систем. Цель работы — оценить влияния аргона и аргоновой холодной плазмы на диэлектрические параметры и состояние микроциркуляции кожи крыс.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено на 40 половозрелых самцах крыс Wistar, рандомизированных в зависимости от вида манипуляций на 4 группы: 1-я — контрольная; 2-я — животные получали курс обработок потоком неионизированного аргона, время экспозиции — 1 минута; 3-я — обработка аргоновой холодной плазмой, по схеме, аналогичной используемой во 2 группе; 4-я — обработка аргоновой холодной плазмой, время экспозиции — 2 минуты. Манипуляции производили на предварительно эпилированном участке кожи спины, площадью 1×1 см. Продолжительность курса — 10 процедур один раз в сутки. Генерацию холодной плазмы осуществляли при помощи устройства, в основе которого лежит принцип высокочастотной ионизации газового потока. Диэлектрические параметры кожи изучали с помощью метода сверхвысокочастотного зондирования. Состояние микроциркуляции с применением метода лазерной допплеровской флоуметрии на аппарате «ЛАКК-М». Анализ данных осуществляли с использованием программы «Statistica», v. 10.

Результаты исследования. Обработка неионизированным аргоном приводила к статистически значимому снижению диэлектрической проницаемости на 10,6% по сравнению с контролем ($p<0,05$), в группе 4 изменения составили 8,4% ($p<0,05$). Снижение удельной проводимости в группе 3 зафиксировано на уровне 20,5% относительно контроля ($p<0,05$), в группе 2 проводимость снизилась в 4,17 раза ($p<0,05$), тогда как группе 4 значимых изменений не отмечено (-6,5%, $p>0,05$).

Все виды обработки вызывают снижение показателя микроциркуляции относительно контроля. Наиболее выраженное снижение зафиксировано в группе 2 — на 28,1% ($p<0,05$). В группе 3 и 4 снижение составило 8,7% ($p<0,05$) и 16,9% ($p<0,05$) соответственно. Анализ активности регуляторных факторов микроциркуляции показывает, что одноминутная обработка аргоновой холодной плазмой в 2 раза повышает участие эндотелиального компонента в регуляции кровотока ($p<0,05$). Активность нейрогенного компонента остается практически неизменной при всех режимах воздействия. Миогенный компонент продемонстрировал наибольшую стабильность, его амплитуда изменилась не более чем на 20% ($p<0,05$) относительно контроля при всех вариантах обработки. Пассивные факторы регуляции кровотока проявили устойчивую тенденцию к снижению своего вклада в регуляцию микроциркуляции — дыхательный компонент снизился на 40% ($p<0,05$), пульсовый компонент уменьшился на 37% ($p<0,05$). Уровень показателя шунтирования после курса воздействия аргоновой холодной плазмы имеет тенденцию к повышению, степень которой зависит от времени воздействия (37,7 и 18,0% для 1 и 2 минут; $p<0,05$).

Заключение. В исследовании показано, что воздействие газовых аргон-содержащих потоков обеспечивает поликомпонентный локальный функционально-метаболический ответ покровных тканей, характер которого непосредственно детерминирован составом и свойствами применяемого экзогенного фактора, при этом эффект зависит от времени обработки.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА СОСТОЯНИЕ КРИСТАЛЛОСТАЗА СЫВОРОТКИ КРОВИ

Ковалева Л.К. [1]***, Мартусевич А.К.*** [2,3]***, Бадянова В.С.*** [2]***, Чернышева А.Д.*** [2]
[1] Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар
[2] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород
[3] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

Плазменная медицина, переживает обоснованный бум интереса, о чем свидетельствует. стремительный рост числа публикаций в мировой литературе. Наиболее изученный эффект холодной плазмы - антибактериальный. В то же время, биорегуляторное действие рассматриваемого фактора позволяет ему выступать в качестве прорегенераторого. Деструктивное действие продолжительной обработки холодной плазмой среди прочих связывают с гиперпродукцией активных форм кислорода. Ранее авторами установлено, что холодная плазма способствует модуляции ферментативных систем окислительного метаболизма и детоксикации. Однако формирование более полного представления о механизме биологического эффекта фактора требуется его сопоставление с другими воздействиями, например, переменным током. Цель работы - сравнение биологического действия переменного тока и холодной плазмы на примере оценки кристалогенных свойств плазмы крови.

Материал и методы исследования. Исследования выполнены на образцах цельной крови 10 практически здоровых взрослых людей, каждый из которых был разделен на четыре равные порции (по 0,5 мл). Первая порция была контрольной (без воздействий), вторую и третью обрабатывали переменным током с частотами 100 кГц и 1 МГц соответственно на протяжении одной минуты; на четвертую воздействовали гелиевой холодной плазмой в течение того же времени. Время экспозиции 10 минут. Получение плазмы осуществлялось по стандартной методике. Оценку кристаллогенных свойств плазмы проводили морфологически (с применением авторской системы параметров). Основными показателями, оцениваемыми по балльной шкале, служили кристаллизуемость, индекс структурности, степень деструкции фации и выраженность краевой зоны микропрепарата. Оценка производилась по среднему значению параметров 3 параллельно получаемых фаций. Результаты обрабатывали с использованием программы Statistica 6.0.

Результаты исследования. Рассматриваемые воздействия вносят существенные преобразования в характер кристаллогенной активности плазмы крови, каждый из которых обладает специфическими особенностями. Переменный ток с частотой 100 кГц значимо стимулирует относительно контрольного образца кристаллизуемость (на 25,4%; $p<0,05$), значение индекса структурности (+19,1%; $p<0,05$), степень деструкции фации (+ 21,1; $p<0,05$), умеренно сужается краевая зона (на 13,2; $p<0,05$). Воздействие на препарат холодной плазмой, увеличивает индекс структурности (+27,7%; $p<0,05$) и степени деструкции фасции (34,6%; $p<0,05$), при этом наблюдается уменьшение краевой зоны и

кристаллизуемости (на -8,7% и -17,8% соответственно; $p<0,05$). Ток с частотой 1 МГц повышал индекс структурности (в 1,83 раза; $p<0,05$), понижал выраженность краевой зоны (-6,8%; $p>0,01$) относительно интактных образцов, без существенного изменения деструкции фасций и крислаллизуемости.
Заключение. Влияние холодной плазмы по большинству кристаллегенных параметров схож с действием тока с частотой 100 кГц, а переменный ток с частотой 1 МГц в большей степени аналогичен интактному образцу.

НЕЙРОВАСКУЛЯРНАЯ ЕДИНИЦА ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕКРЕТОМА СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

Кожевникова О.С., Нагиев К.К., Рагинов А.И., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Боковой амиотрофический склероз (БАС) — фатальное нейродегенеративное заболевание с медианой выживаемости 3–5 лет. Несмотря на многолетние исследования, эффективная патогенетическая терапия отсутствует. В последние годы важным звеном патогенеза рассматривается дисфункция нейроваскулярной единицы (НВЕ) — структурно-функционального комплекса, включающего эндотелий микрососудов, плотные контакты, перициты, астроцитарные ножки, базальную мембрану, отростки нейронов и микроглии. НВЕ обеспечивает селективную проницаемость гематоэнцефалического и гематоспинального барьеров, локальную перфузию и иммунный надзор. Цель - систематизировать данные о молекулярно-клеточных механизмах повреждения НВЕ при БАС и оценить терапевтический потенциал секретома мезенхимных стволовых клеток (МСК) и внеклеточных везикул (ВВ) как бесклеточной стратегии восстановления барьерных функций.

Результаты. При БАС уже на досимптомной стадии выявляются снижение экспрессии белков плотных контактов (ZO-1, окклюдин, клаудин-5), дегенерация перицитов, активация MMP-2/9, деградация базальной мембраны, гипоперфузия и экстравазация IgG, гемоглобина, фибрина и тромбина. Показана причинно-следственная связь между нарушением гематоспинального барьера и ранней гибелью мотонейронов. В патогенез вовлекаются периваскулярные фибробласты, VEGF-сигналинг и эффлюксные транспортеры P-gp/BCRP, ограничивающие доставку рилузола в ЦНС. Секретом МСК включает растворимые факторы и ВВ. Ключевые эффекты МСК-ВВ на НВЕ: укрепление плотных контактов, подавление MMP-2/9, противовоспалительная модуляция NF-κB, защита перицитов от пироптоза и восстановление барьерной целостности. В доклинических моделях SOD1(G93A) интраназальное и внутривенное введение МСК-ВВ замедляло прогрессирование заболевания, снижало нейровоспаление и улучшало моторные функции. Клинический опыт клеточных препаратов (MSC-NTF/NurOwn) показал биомаркерный ответ (повышение VEGF, снижение MCP-1), но не достиг первичной конечной точки по ALSFRS-R. Это обосновывает переход к бесклеточным продуктам, обладающим лучшей стандартизуемостью, безопасностью и способностью проникать через барьеры ЦНС.

Выводы. Дисфункция НВЕ является ранним и относительно самостоятельным звеном патогенеза БАС, что делает её перспективной терапевтической мишенью. Секретом МСК и особенно МСК-ВВ обладают мультитаргетным действием, восстанавливают барьерные функции и замедляют нейродегенерацию в доклинических моделях. Для клинической трансляции необходимы стандартизация по MISEV2023, внедрение прямых биомаркеров

НВЕ, стратификация пациентов по «барьерному фенотипу» и выбор раннего терапевтического окна.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2026 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан (соглашение № 13 от 05 августа 2026 года).

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИМПЕДАНС МИОКАРДА У КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА

Коломеец Н.Л., Суслонова О.В., Смирнова С.Л., Рощевская И.М.
Коми научный центр Уральского отделения РАН, Сыктывкар

Доксорубицин, относящийся к группе антрациклинов, как высокоэффективное химиотерапевтическое средство часто используется при лечении онкологических заболеваний. Однако клиническое применение доксорубицина затрудняется его дозозависимой кардиотоксичностью.

Цель – исследовать показатели биоэлектрического импеданса миокарда самцов крыс линии Вистар при хроническом воздействии доксорубицина в эксперименте.

Материалы и методы. Животные были разделены на группы в зависимости от уровня кумулятивной дозы доксорубицина: 6 мг/кг (7 крыс) или 10 мг/кг (9 крыс), вводимой в/б один раз в неделю на протяжении 4-х недель (1,5 мг/кг или 2,5 мг/кг соответственно). Контрольным животным (8 крыс) вводили сопоставимую дозу физиологического раствора. Многочастотноебиоимпедансное исследование стенки левого желудочка сердца проводили через 2 месяца после первого введения доксорубицина у крыс, наркотизированных золетилом (3,5 мг/100 г веса тела, в/м) и уретаном (650 мг/кг веса тела, в/б). Измерение биоэлектрического импеданса проводили на эпикарде в медиальной части вентральной поверхности свободной стенки левого желудочка сердца датчиком с медными электродами с расстоянием между токовыми электродами 4,5 мм. Оценивали различия в амплитуде, фазовом угле (в диапазоне 10-100 кГц частот электрического тока) и отношении амплитуд биоэлектрического импеданса левого желудочка сердца при 30 кГц и 100 кГц. Для выявления различия биоэлектрического импеданса сердца между группами использовали критерий Манна-Уитни.

Результаты. У крыс, получавших доксорубицин, вне зависимости от дозы показали статистически значимое уменьшение отношения сопротивлений $Z_{30кГц}\backslash Z_{100кГц}$ (p<0,003) в сравнении с контрольными животными. Уменьшение отношения сопротивлений при низкой и высокой частоте электрического тока миокарда животных может указывать на накопление межклеточной жидкости, нарушение микроциркуляции.

Выявлено уменьшение абсолютного значения фазового угла биоимпеданса стенки левого желудочка сердца у крыс при воздействии кумулятивной дозы доксорубицина 10 мг/кг (при частотах 30 и 100 кГц электрического тока, p=0,03 и 0,02) и 6 мг/кг (при частоте 30 кГц, p=0,03) в сравнении с контрольной группой. Отмечено меньшее абсолютное значение фазового угла биоэлектрического импеданса левого желудочка сердца у крыс при воздействии большей дозы доксорубицина (при частоте 100 кГц, p=0,043). Изменение фазового угла биоимпеданса сердца, более существенное при увеличении курсовой дозы характеризует повреждение клеточных мембран при токсическом воздействии доксорубицина.

Заключение. Повреждение клеточных мембран, нарушение процессов микроциркуляции при хроническом воздействии доксорубицина, приводит к уменьшению абсолютного значения фазового угла биоэлектрического импеданса стенки левого желудочка сердца, отношения значений сопротивления при низкой и высокой частоте тока в сравнении с контролем. При большей курсовой дозе доксорубицина выявлены более выраженные изменения фазового угла биоимпеданса сердца.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ К ОЦЕНКЕ МЕХАНИЗМОВ СТАРЕНИЯ И КОГНИТИВНОЙ ХРУПКОСТИ

Комлева Ю.К.
Российский центр неврологии и нейронаук, Москва

Почему одни люди сохраняют когнитивные функции и высокую активность до глубокой старости, тогда как у других признаки возрастной уязвимости появляются значительно раньше? Можно ли оценить резервы нервной системы и выявить риск когнитивного снижения ещё до развития выраженных нарушений?

Эти вопросы находятся в центре современной нейробиологии, неврологии и геронтологии. Сегодня старение рассматривается не просто как накопление возрастных изменений, а как сложный динамический процесс, сопровождающийся изменением адаптационных возможностей организма. Особое значение приобретает концепция хрупкости (frailty) - многомерного состояния повышенной уязвимости, связанного со снижением физиологических резервов и устойчивости к стрессовым воздействиям.

Одним из наиболее перспективных направлений исследований является когнитивная хрупкость, объединяющая физическую уязвимость и снижение когнитивных функций при отсутствии деменции. Потенциальная обратимость отдельных компонентов этого состояния открывает новые возможности для ранней диагностики и профилактики возраст-ассоциированных нарушений.

ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПРОФИЛЯ МЕЖПОЛУШАРНОЙ АСИММЕТРИИ У СТУДЕНТОВ-СТОМАТОЛОГОВ

Коткова Т.В.
Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург

Актуальность исследования обусловлена необходимостью учёта психофизиологических особенностей обучающихся при организации образовательного процесса.

Обследовано 136 студентов (95 женщин, 41 мужчина) в возрасте 18–25 лет. Критерии исключения: неврологические и психические заболевания, черепно-мозговые травмы. Для оценки межполушарной асимметрии применялся стандартизированный опросник, определяющий левополушарные (вербально-логические) и правополушарные (образно-интуитивные) баллы. Антропометрия включала рост и вес. Статистический анализ — t-критерий Стьюдента, уровень значимости $p < 0,05$.

Антропометрические данные выявили достоверные различия: мужчины превосходили женщин по росту (179,4 ± 8,3 против 166,2 ± 7,1 см; $p < 0,001$) и весу (77,3 ± 14,1 против 56,3

± 10,2 кг; $p < 0,001$). Эти показатели значимы для эргономики стоматологического приёма — настройки оборудования и рабочей позы врача.

Анализ когнитивных профилей показал, что у женщин правополушарные баллы значимо превышали левополушарные (29,8 ± 6,5 против 25,9 ± 4,8; $p < 0,001$), что указывает на доминирование образно-интуитивных стратегий. У мужчин различия не достигли значимости (29,1 ± 6,1 против 28,9 ± 4,5; $p > 0,05$), профиль характеризуется как сбалансированный. Межгрупповое сравнение выявило у мужчин более высокие левополушарные баллы (28,9 против 25,9; $p < 0,01$); по правополушарным показателям различий не обнаружено ($p > 0,05$). Общее преобладание правополушарных баллов в выборке обеспечено вкладом женщин.

Профессиональная значимость результатов связана со спецификой стоматологического образования. Преобладание правополушарных стратегий у женщин может способствовать ускоренному освоению мануальных навыков — тонких манипуляций, работы в зеркальном отображении, пространственного моделирования челюстно-лицевой области. Сбалансированный профиль у мужчин обеспечивает гибкость переключения между аналитическими и образными стратегиями, что полезно в комплексных клинических ситуациях. Более высокие левополушарные показатели у мужчин могут облегчать усвоение теоретических дисциплин, требующих последовательного анализа и запоминания алгоритмов.

Практические рекомендации: учитывать склонность женщин к более быстрому освоению практических навыков; включать для мужчин дополнительные задания на развитие пространственно-образного мышления; при формировании клинических групп стремиться к гендерному балансу.

ВИДЕОАРХИВ ЗАВЕДУЮЩИХ КАФЕДРАМИ ФИЗИОЛОГИИ КАК ИСТОЧНИК «СКРЫТОГО ЗНАНИЯ»

Кубряк О.В.
Научно-технологический университет «Сириус», ФТ Сириус
Национальный исследовательский университет МЭИ, Москва

Авторский проект «Кафедра физиологии», инициированный в 2020 году, формирует уникальный открытый массив видеоинтервью с заведующими кафедрами физиологии вузов России и стран СНГ (доступно на Lab17.ru). На момент подачи тезисов коллекция насчитывает 28 сюжетов – репрезентативную выборку, охватывающую заметную долю всех российских профильных кафедр. Это позволяет рассматривать архив как целостный срез современного состояния отечественного физиологического сообщества.

Практическая реализация девиза проекта «Физиологи (и врачи) всех стран, объединяйтесь!» превращает архив в инструмент консолидации профессионального сообщества: материалы преодолевают географическую разобщённость, восполняют пробелы в коммуникации между академическими центрами и создают условия для междисциплинарного сотрудничества. В контексте темы Форума «Горизонты физиологии…» проект демонстрирует, как документирование устной истории расширяет понимание дисциплины: горизонты физиологии оказываются неотделимы от горизонтов людей, её формирующих. Опыт подтверждает эффективность цифровых платформ для аккумуляции научного наследия, укрепления горизонтальных связей и сохранения исторической памяти в условиях естественной смены поколений.

Особую ценность видеомассива составляет слой «скрытого знания» — неявных практик, ценностей научных школ, устных историй и неформальных аспектов академической работы, которые редко фиксируются в официальных отчётах и публикациях. Анализ записей позволяет извлекать паттерны преемственности научных традиций, эволюцию исследовательских приоритетов и специфику образовательных стратегий, формируя эмпирическую основу для исследований в области социологии и истории науки, а также трендов для физиологии. *Исследование проводится при финансовой поддержке проекта, реализуемого в рамках государственной программы федеральной территории «Сириус» «Научно-технологическое развитие федеральной территории «Сириус» (Соглашение №34-03 от 26.08.2026).*

МОРФОЛОГИЯ АМИЛОИДНЫХ БЛЯШЕК В МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА У МЫШЕЙ

Кудрявцева Е.И.[1], Беляев Г.П.[2], Зуева И.В.[2], Ситдикова Г.Ф.[1], Павельев М.Н.[1]
[1] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
[2] Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань

Болезнь Альцгеймера (БА) — наиболее частая причина деменции в пожилом возрасте. Ключевым патоморфологическим признаком БА являются внеклеточные амилоидные бляшки, образованные β-амилоидом (Aβ); его накопление связано с тау-патологией, нейровоспалением и гибелью нейронов. Морфологическая гетерогенность бляшек делает их количественную оценку важной задачей доклинических исследований. Для визуализации амилоидных фибрилл широко используют тиофлавин, однако классические пороговые методы чувствительны к неоднородности сигнала, поэтому измеряемые площадь и интенсивность зависят от способа сегментации.

Целью работы было сравнение алгоритмов автоматической пороговой сегментации FIJI и количественный анализ амилоидных бляшек коры и гиппокампа в трансгенной модели БА APP/PS1 по данным конфокальной микроскопии.

Исследовали конфокальные изображения коры и гиппокампа при увеличении ×10. Сравнивали 17 алгоритмов Auto Threshold FIJI; для каждого измеряли площадь бляшки и среднюю интенсивность флуоресценции. Анализ включал 7 изображений гиппокампа (70 бляшек) и 7 изображений коры (137 бляшек). Наиболее согласованные результаты в обеих областях дали методы Moments, Otsu и IsoData.

В гиппокампе Moments выявил распределение площадей, близкое к нормальному, с максимумом 200–250 пикселей. Otsu обнаружил дополнительную субпопуляцию мелких бляшек, а IsoData — сложное полимодальное распределение. Для интенсивности флуоресценции Moments давал одномодальное распределение, тогда как Otsu и IsoData — бимодальные гистограммы с двумя максимумами, что позволяет предположить наличие двух субпопуляций бляшек, различающихся по связыванию тиофлавина. Корреляция площади и интенсивности была слабой положительной для Moments и средней отрицательной для Otsu и IsoData: последние два метода систематически выделяли бляшки, у которых большая площадь ассоциировалась с меньшей интенсивностью. В коре распределения площади и интенсивности в целом повторяли картину гиппокампа.

Таким образом, из 17 алгоритмов выделены три метода с наиболее согласованными результатами. Otsu и IsoData выявляли две субпопуляции бляшек по площади и интенсивности, тогда как Moments характеризовал популяцию преимущественно как

одномодальную. Статистически значимых различий площади и интенсивности флуоресценции между корой и гиппокампом не выявлено.

ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА МИКРОБИОТУ КИШЕЧНИКА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ROSS 308

Кузиев М.С., Эргашев Д.У., Садуллаева М.М.
Самаркандский государственный университет им. Ш. Рашидова, Самарканд, Узбекистан

В настоящем исследовании оценивали влияние добавления жидкой молочной сыворотки в рацион на состав кишечной микробиоты цыплят-бройлеров Ross 308. Всего 120 суточных цыплят случайным образом распределили на три группы: контрольную, получавшую стандартный рацион, и две опытные группы, получавшие корм с добавлением 13% сырной сыворотки и 13% творожной сыворотки соответственно. Эксперимент продолжался 42 дня. Микробные популяции подвздошной, слепой и ободочной кишки анализировали на 14-й, 28-й и 42-й дни. По сравнению с контрольной группой добавление сыворотки достоверно увеличивало численность полезных бактерий, включая Lactobacillus spp. и Bifidobacterium spp., и снижало численность Escherichia coli и Enterococcus spp. ($p < 0,05$). Наиболее выраженные эффекты наблюдались в слепой кишке: численность полезных бактерий увеличивалась на 25–35%, а потенциально патогенных бактерий снижалась на 20–30%. Полученные результаты свидетельствуют о том, что молочная сыворотка в рационе действует как функциональный пребиотик, улучшая баланс кишечной микробиоты и состояние кишечника цыплят-бройлеров. Эти данные позволяют рассматривать добавление сыворотки как устойчивую альтернативу антибиотическим стимуляторам роста в птицеводстве.

РОЛЬ КОПИНГ-СТРАТЕГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ

Кузина Д.В., Шаймухаметова С.Ф.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Копинг - стратегии (от англ. coping - совладание) - это осознанно применяемые человеком когнитивные, эмоциональные и поведенческие способы преодоления стрессовых ситуаций, превышающих его актуальные ресурсы. Стрессовая реакция определяется не только объективным воздействием, но и субъективной оценкой ситуации и собственных возможностей совладания с ней. Физиологическую основу совладания составляет стресс-реализующая система организма: гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось, обеспечивающая выброс кортикотропина и кортизола, а также симпатоадреналовая система с продукцией адреналина и норадреналина. Выбор стратегии совладания определяет длительность и интенсивность активации этих систем. Адаптивные формы реагирования способствуют быстрому возвращению к гомеостазу, тогда как дезадаптивные поддерживают хроническую гиперкортизолемию, которая приводит к снижению когнитивных функций, росту тревожности и эмоциональной неустойчивости. В подростковом возрасте проблема выбора копинг-стратегий приобретает особую остроту, что связано с гормональной перестройкой, созреванием префронтальной коры и незавершенностью регуляторных

механизмов. Согласно классификации Р. Лазаруса и С. Фолкман, выделяют проблемно-ориентированные, эмоционально-ориентированные и избегающие стратегии. Исследования (Харламенковой Н.Е., Никитиной Д.А., Дымовой Е.Н.) показывают, что подростки статистически чаще прибегают к дезадаптивным формам: конфронтации, избеганию и дистанцированию. Конфронтация выражается в импульсивных, агрессивных действиях и эскалации конфликта; избегание - в отрицании проблемы, уходе в фантазии или цифровую среду; дистанцирование - в эмоциональной изоляции и обесценивании происходящего. Все три формы не устраняют причину стресса, а лишь накапливают напряжение и повышают риск виктимизации. Напротив, конструктивные способы совладания - обращение за поддержкой, продумывание шагов по решению проблемы, переосмысление ситуации - позволяют реально справиться с трудностями. Наиболее значимой для подростка является стратегия поиска поддержки. Обращение за помощью позволяет выйти из пассивной позиции жертвы, получить ресурсы и инструменты решения проблемы, расширить репертуар поведенческих реакций, укрепить уверенность в себе и сформировать опыт успешного совладания. Именно эта стратегия выступает буфером, снижающим риск формирования виктимного поведения. Актуальность обращения к данной теме обусловлена ростом числа подростков, подвергающихся насилию и психологическому давлению, а также недостаточной сформированностью у них навыков конструктивного совладания. Формирование установки на поиск помощи и планирование действий представляет собой перспективное направление профилактики виктимного поведения и укрепления психофизиологического благополучия подрастающего поколения.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА КРЫС В МОДЕЛИ ОСТРОЙ РЕГИОНАРНОЙ ИШЕМИИ IN VIVO И EX VIVO

Купцова А.М., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Проблема ишемического повреждения миокарда и поиск эффективных путей защиты кардиомиоцитов остаются приоритетной задачей современной экспериментальной и клинической кардиологии. Инфаркт миокарда (ИМ) занимает лидирующую позицию среди причин смертности во всем мире, демонстрируя тенденцию к неуклонному росту. Известно, что сердце обладает высоко специфичным внутриорганным механизмом ауторегуляции, включающим интракардиальную нервную систему. При развитии ИМ внутрисердечная нервная система адаптируется для поддержания электрической и механической функции, однако системная гиперактивация симпатоадреналовой системы приводит к аритмогенезу, гибели клеток и выраженному ремоделированию.

Экспериментальные модели in vivo отражают системную реакцию организма, тогда как ex vivo (изолированное сердце по Лангендорфу) позволяют изучать изолированные биохимические и механические механизмы при строгом контроле перфузии. Понимание различий компенсаторных реакций сердца в этих условиях критично для интерпретации данных и трансляции в клинику.

Цель – провести сравнительный анализ и выявить особенности развития острой регионарной ишемии (ОРИ) у крыс, в моделях in vivo и ex vivo.

Исследование проведено на белых беспородных крысах-самцах (n=29). Животные были разделены на три группы: интактные (n=13), ИМ in vivo (n=6) и ИМ ex vivo (n=10). В модели ОРИ in vivo на переднюю ветвь левой нисходящей коронарной артерии накладывали лигатуру, через 20 минут сердце извлекали для дальнейшего анализа в системе

изолированного по Лангендорфу сердца. В модели ex vivo сердце канюлировали по Лангендорфу и перфузировали оксигенированным раствором, лигатуру на коронарную артерию накладывали после 15-минутного периода стабилизации.

Сравнительный анализ параметров работы изолированного сердца в обеих экспериментальных группах крыс выявил снижение давления, развиваемого левым желудочком и коронарного потока в обоих экспериментальных группах крыс с модель ОРИ, учащение ЧСС у крыс с моделью ОРИ in vivo, и урежение ЧСС у крыс с моделью ОРИ ex vivo, по сравнению с интактной группой. Также в сравнении с контролем наблюдалось увеличение длительности расслабления и длительности цикла сокращения миокарда левого желудочка у крыс с моделью ОРИ ex vivo и уменьшение длительности расслабления и длительности цикла сокращения в группе крыс с ОРИ in vivo.

Проведенное исследование демонстрирует фундаментальные различия в патофизиологии ОРИ в зависимости от наличия системных регуляторных контуров. В модели in vivo активация симпатоадреналовой и ренин-ангиотензиновой систем тахикардией временно компенсирует падение гемодинамики, ускоряя фазу расслабления миокарда. В модели ex vivo отсутствие системной поддержки переводит изолированное сердце в режим энергосбережения: снижение ЧСС и коронарного потока (усугубляемое действием эндотелина-1) нарушает кинетику Ca^{2+}, что приводит к выраженному замедлению диастолического расслабления.

«Работа выполнена за счет предоставленного в 2025 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан».

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС И ГУМОРАЛЬНЫЕ МАРКЕРЫ НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНОГО ПРОЦЕССА В МОДЕЛИ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА SOD1-G93A

Лайков А.В. [1]***, Мартынова Е.В.*** [1]***, Маркелова М.И.*** [1]***,***
Мухамедьяров М.А. [2]***, Салафутдинов И.И.*** [1,2]
[1] **Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань**
[2] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**

Патофизиология бокового амиотрофического склероза (БАС) характеризуется системной декомпенсацией нервно-мышечной передачи, дегенерацией центральных и периферических мотонейронов, а также глубокими нарушениями энергетического гомеостаза. Около 10% семейных форм БАС обусловлены мутациями в гене супероксиддисмутазы-1 (SOD1). В основе прогрессирующего нейродегенеративного процесса лежат каскадные физиологические нарушения: митохондриальная дисфункция, окислительный стресс, эксайтотоксичность и сдвиги в системном метаболизме. Комплексная оценка гуморального метаболомного профиля позволяет охарактеризовать динамику патофизиологического состояния и выявить ключевые звенья системного ответа организма на развитие заболевания.

В работе проведена интегральная оценка динамики более 350 метаболитов в сыворотке крови трансгенных SOD1-G93A мышей линии B6SJL-TG(SOD1-G93A)dl1Gur/J методом таргетной масс-спектрометрии (LC-MRM-MS) на пресимптоматической, манифестной и терминальной стадиях нейродегенерации. Анализ хроматографических данных выполнялся в

программе MultiQuant, статистический анализ корреляционных связей с прогрессированием патологии проводился с использованием коэффициента Спирмена.

В системном кровотоке животных идентифицировано 342 метаболита, отражающих активность 43 метаболических путей. Выявлено 67 метаболических маркеров, коррелирующих с физиологической декомпенсацией при БАС. Наиболее выраженный положительный рост отмечен для аденозина (пуриновый обмен, пуринергическая сигнализация) и N-глицил-L-пролина, в то время как уровни глюкозамина и гликолевой кислоты снижались по мере развития заболевания. Кроме того, зафиксированы изменения физиологически активных продуктов жизнедеятельности кишечной микробиоты, в частности, прогрессирование нейродегенерации сопровождалось устойчивым повышением содержания в сыворотке 2-гидроксифенилуксусной, метилфенилуксусной, п-аминогиппуровой, шикимовой, имидазолуксусной кислот, а также индола и индоксилсульфата.

Полученные данные свидетельствуют о системной перестройке физиологического статус-кво и метаболического фенотипа при БАС у SOD1-G93A мышей, подчеркивая значимую роль энтерально-энцефалических взаимодействий (оси «кишечник-мозг») в патогенезе заболевания. Выявленные метаболические сдвиги указывают на потенциальные мишени для коррекции метаболической дисфункции и патофизиологического мониторинга прогрессирования БАС.

ПРОФИЛИ МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ: ПО МАТЕРИАЛАМ ЭМПИРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Ланда И.В., Бахаева Е.А, Тонких В.В.
Читинская государственная медицинская академия, Чита

Обучение в медицинском вузе сопряжено с высоким когнитивным напряжением и воздействием стрессовых факторов, что ставит перед студентами задачу усвоения больших объемов сложной информации. В этих условиях академическая успешность определяется не только мнемическими способностями, но и индивидуально-психологическими характеристиками. На сегодняшний день не изучено, как конкретные типы мышления (предметно-действенное, абстрактно-символическое, словесно-логическое, наглядно-образное) и уровень креативности коррелируют с эффективностью усвоения материала. Особую значимость для прогнозирования профессиональной пригодности врача имеет показатель GCR (групповая конформность реакции, или общая адаптированность) по методике С. Розенцвейга, отражающий адекватность поведения в конфликтных ситуациях. В связи с этим выявление взаимосвязей между стилем мышления, фрустрационными реакциями и реальной академической успеваемостью представляется значимой задачей.

Цель работы: Выявить взаимосвязь между типами мышления, показателями стрессоустойчивости и учебной эффективностью у студентов-медиков.

Материалы и методы: Исследование проведено на базе Читинской ГМА (n=100). В выборку вошли студенты 3 курса лечебного факультета (возраст 20–22 года). Критериями включения являлись: обучение на 3 курсе, указание среднего балла и добровольное согласие. Участники прошли онлайн-тестирование (платформа «Online test pad»), включавшее методику «Тип мышления» Г. Резапкиной и тест С. Розенцвейга (оценка показателя GCR). На основе среднего балла за зимнюю сессию респонденты разделены на группы «отличников» (4,8–5,0), «хорошистов» (3,6–4,7) и «троечников» (3,0–3,5). Взаимосвязь

когнитивных стилей, уровня адаптации и успеваемости установлена методом межгруппового сравнительного анализа.

Результаты: Выявлена прямая зависимость между типом мышления, уровнем адаптации (GCR) и академической успеваемостью. Студенты с высоким средним баллом сочетают наглядно-образное мышление с высокой адаптивностью (GCR> 55%), что позволяет им эффективно структурировать знания и справляться со стрессом. В группе «троечников» зафиксирован дефицит адаптации (GCR <44%) и преобладание предметно-действенного или абстрактно-символического мышления. «Хорошисты», опирающиеся на словесно-логическое мышление (GCR 45–50%), стабильны в стандартных условиях, но уязвимы в непредвиденных обстоятельствах. Наименее адаптированным (GCR 42,1%) оказался креативный тип мышления: стремление к нестандартным решениям дезадаптирует студента в строго регламентированной системе медвуза.

Выводы: Наглядно-образное мышление обеспечивает лучшую адаптацию к стрессу, креативное — худшую. Когнитивный стиль студента напрямую влияет на его поведение в конфликтах и академическую успеваемость. Данные применимы для разработки программ психологической поддержки будущих врачей.

КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЫХАНИЯ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ АТИПИЧНОМ ГЛОТАНИИ

Лепшокова Л.Р., Польма Л.В., Сорокина Н.Д., Шахалиева Л.Р.
Российский университет медицины, Москва

Введение. Атипичное глотание у лиц молодого возраста сопровождается нарушением положения языка, координации орофациальных мышц и формированием ротового типа дыхания. Эти изменения могут отражаться на морфологии зубочелюстной системы, внешнем дыхании и автономной регуляции сердечного ритма. Цель исследования — провести клинико-физиологическую оценку внешнего дыхания и вариабельности сердечного ритма у пациентов с атипичным глотанием по сравнению со здоровыми лицами.

Материалы и методы. Обследованы 64 человека 18–22 лет. Основную группу составили 33 пациента с клинически подтверждённым инфантильным глотанием и признаками ротового дыхания. Все участники подписывали информированное добровольное согласие на проведение исследования, одобренное Межвузовским этическим комитетом (выписка из протокола N 02-26 от 19.02.26 г.). Контрольную группу составил 31 здоровый доброволец с физиологической окклюзией, носовым дыханием и отсутствием признаков атипичного глотания. Использовали данные КЛКТ и цифрового анализа зубочелюстной системы; оценивали ЖЕЛ, $ОФВ_1$, ПОСвыд, индекс Тиффно, частоту дыхания, показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) SI, SDNN, LF/HF и результаты Наймигенского опросника. Статистическую обработку проводили с применением критерия Манна–Уитни и корреляции Спирмена; различия считали значимыми при $p<0,05$.

Результаты. Выявлено, что у пациентов с атипичным глотанием подъязычная кость располагалась статистически значимо ниже и более кзади по сравнению с контрольной группой ($p<0,05$), что сопровождалось более низким положением языка, снижением степени заполнения языком купола нёба и увеличением расстояния между дорсальной поверхностью языка и твёрдым нёбом. Баллы Наймигенского опросника, отражающие выраженность симптомов дисфункционального дыхания, были выше у пациентов, чем у здоровых лиц ($p<0,05$). Выявлено функциональное снижение ЖЕЛ, $ОФВ_1$, ПОСвыд и индекса Тиффно при увеличении частоты дыхания ($p<0,05$). Для группы пациентов между баллами опросника и

индексом Тиффно установлена отрицательная корреляционная связь средней силы (ρ=-0,46; p<0,05), а между баллами опросника и частотой дыхания — положительная связь (ρ=0,52; p<0,05). Анализ ВСР показал повышение SI и LF/HF при снижении SDNN (p<0,01) в подгруппе пациентов, что свидетельствует о преобладании симпатических влияний и напряжении адаптационных механизмов. В контрольной группе показатели ВСР характеризовались значениями в пределах нормы.

Заключение. Таким образом, атипичное глотание у лиц молодого возраста может быть связано с изменением положения языка и подъязычной кости, снижением эффективности внешнего дыхания и усилением симпатических влияний на регуляцию сердечного ритма. Полученные данные подтверждают участие единой орофациальной и кардиореспираторной функциональной системы в формировании выявленных нарушений.

ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЗДОРОВЫХ СИБЛИНГОВ 7-11 ЛЕТ ДЕТЕЙ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Лихоманова Е.Н. [1,2]***, Ковалева А.В.*** [1]

[1] Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва

[2] Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Д. Рогачева, Москва

Онкологическое заболевание одного из детей может выступать психосоциальным стрессором для членов его семьи, родителей и здоровых братьев/сестёр – сиблингов. Длительный психосоциальный стресс может влиять на функционирование организма.

В исследовании приняли участие две группы детей 7-11 лет (n=113): сиблинги детей, перенесших онкологическое заболевание год и более назад (n=65, 53% девочки, Me=9,6 лет) и группа контроля (n=48, 50% девочки, Me=9,7 лет). Дети выполняли серию сенсомоторных заданий: произвольный (ПТ) и максимальный теппинг (МТ), слухомоторная синхронизация (СМС) с ритмом под метроном, воспроизведение заданного ритма по памяти (Память) и в условиях помехи (Помеха). Оценивалась длительность воспроизводимых интервалов (ITI, с) и их вариативность (CV для ПТ, МТ; Var для СМС, Памяти, Помехи).

Перед выполнением заданий (состояние покоя, 3 мин), во время сенсомоторной деятельности, и при восстановлении после (3 мин) регистрировались показатели вариабельности ритма сердца, амплитуда и частота дыхания (ЧД), рассчитывался интегральный показатель «физиологическая цена» деятельности (ФЦД, %) – относительный сдвиг ЧСС и ЧД на конкретном этапе деятельности относительно покоя.

В группе сиблингов при МТ длительность ITI была ниже (p<0,001), CV – выше (p<0,001), ниже Var при воспроизведении по памяти (p=0,02; p=0,03) и в условиях помехи (p=0,04; p=0,05).

В покое и при восстановлении значимых различий между группами по кардиореспираторным показателям не выявлено. В группе сиблингов выявлены более высокие показатели ФЦД на этапах СМС (p=0,01; p<0,01), Память (p<0,01), Помеха (p=0,05), а также значимая взаимосвязь между вариативностью МТ и исходными кардиореспираторными показателями: положительно – с аппроксимированной энтропией ритма сердца (β=0,32; p<0,01), отрицательно – с амплитудой дыхания (β=−0,37; p<0,001). В группе контроля выявлена значимая взаимосвязь между $\Delta Var_{(память\text{-}СМС)}$ и $\Delta ЧД_{(память\text{-}СМС)}$ (β=0,38; p<0,01): увеличение ЧД сопровождается ростом вариативности при

воспроизведении ритма по памяти; в группе сиблингов таких взаимосвязей не выявлено (β=-0,12; p=0,29).

Таким образом, сенсомоторная деятельность сиблингов характеризуется меньшей частотой и устойчивостью движений при максимальном теппинге, а также более точным и устойчивым воспроизведением ритма по памяти и в условиях помехи. Такая организация деятельности характеризуется более выраженным вовлечением кардиореспираторных механизмов (бóльшей «физиологической ценой» деятельности) и более тесной связью её результативности с исходным функциональным состоянием.

Финансовая поддержка: гос.задание FGFW-2022-0001.

НАРУШЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ЛАКТАЦИИ ПРИ ПТСР САМОК КРЫС

Лобановская К.М., Матвеевская П.А., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург

Лактация — интегративное нейроэндокринное состояние, обеспечивающее синтез и выделение молока, поддержание материнского поведения и адаптацию к стрессу. Психическая травма нарушает регуляцию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы (ГГНС), пролактиновой и окситоциновой сигнализации, снижая эффективность вскармливания потомства. Цель обзора — систематизировать данные о гормональных механизмах нарушения лактации при ПТСР у самок крыс.

Проведён критический обзор литературы по базам PubMed, Scopus, SemanticScholar, MDPI и Europe PMC. Проанализированы исследования на крысах, посвящённые пренатальному и хроническому социальному стрессу, иммобилизации, шумовому воздействию, разделению матери и потомства, а также роли кортикостерона, пролактина и окситоцина.

Пренатальный стресс повышает кортикостерон у лактирующих самок на 6-е и 21-е сутки после родов. Хронический социальный стресс снижает пролактин, повышает кортикостерон и изменяет материнское поведение. Глюкокортикоиды подавляют секрецию окситоцина и пролактина. Пролактин и его рецепторы в ЦНС участвуют в стресс-гипореактивности; разделение с потомством восстанавливает стресс-активность и меняет пролактиновую сигнализацию. Пролактин ослабляет поведенческие и нейровоспалительные последствия хронического стресса.

Пролактин — ключевой гормон лактации; его тормозит дофамин, стимулирует окситоцин. При наследственной недостаточности лактации у крыс повышен дофаминергический тонус и снижен пролактин. Поражение паравентрикулярного ядра гипоталамуса нарушает секрецию пролактина, а его введение восстанавливает лактацию. Пролактин необходим для индукции материнского поведения.

Окситоцин регулирует молокоотдачу и материнское поведение. Его секреция зависит от активации окситоциновых нейронов с участием простагландинов и оксида азота. Центральное введение кортикостерона снижает материнскую заботу, плазменный окситоцин, потребление молока и активацию окситоцинергических нейронов. Удаление потомства подавляет эстроген-индуцированный выброс ЛГ, который восстанавливается центральным окситоцином.

Эндогенные опиоиды модулируют сосательную индукцию пролактина; их эффект зависит от динамики прогестерона в конце беременности и после овуляции. Δ-9-

тетрагидроканнабинол ингибирует сосательный выброс пролактина и нарушает материнское поведение.

ПТСР вызывает дисрегуляцию ГГНС, меняет баланс пролактина, окситоцина, дофамина и опиоидов, что ведёт к нарушению лактации. Возможна двунаправленная связь: стресс нарушает лактацию, а ослабление её стресс-буферного эффекта повышает стресс-реактивность.

Нарушение гормональной регуляции лактации при ПТСР у самок крыс связано с дисрегуляцией ГГНС, изменением пролактиновой и окситоциновой сигнализации, повышенным дофаминергическим тонусом, дисбалансом опиоидов и нейроактивных молекул. Уточнение причинно-следственных связей необходимо для понимания механизмов стресс-индуцированных нарушений лактации и их потенциального значения для репродуктивного здоровья человека.

ДИНАМИКА РЕПАРАТИВНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДЕФЕКТЕ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У КРЫС С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

Ляшев Ю.Д., Макарова М.В.
Курский государственный медицинский университет, Курск

Распространенность метаболического синдрома (МС) по данным различных исследований составляет 8-67%. Переломы нижней челюсти составляют около четверти переломов костей орофасциальной области, что, учитывая роль нижней челюсти в формировании эстетики лица и особенности ее функциональной активности, представляет важную медицинскую проблему. Установлены нарушения репаративного остеогенеза при экспериментальном МС, что определяет актуальность изучения особенностей репаративных процессов в нижней челюсти при развитии МС.

Цель работы - изучение репаративного остеогенеза при дефектах нижней челюсти у крыс с экспериментальным МС.

Исследования выполнены на 56 крысах-самцах Вистар весом 200-230 г из филиала с соблюдением этических принципов обращения с лабораторными животными, регламентированными Правилами надлежащей лабораторной практики в Российской Федерации (приказ МЗ РФ №199н от 01.04.2016 г.). Экспериментальных животных разделили на 4 группы: 1) интактная (n=4); 2) моделирование дефекта нижней челюсти (n=24); 3) моделирование МС (n=4); 4) моделирование МС и дефекта нижней челюсти (n=24). МС формировали у крыс назначением высокожировой и высокоуглеродной диеты (ВЖВУД) в течение 12 недель. Дефект нижней челюсти в области моляров справа диаметром 3 мм моделировали по методу Григорьяна А.С. и соавт. На 7, 14, 21 и 28 сутки после операции крыс выводили из эксперимента. Рассчитывали медиану (Me), нижний (Ql) и верхний (Q3) квартили, критерий Крускелла-Уоллиса, U-критерий Манна-Уитни. Различия показателей считали значимыми при $p < 0,05$.

Достоверные различия массы тела, концентрации глюкозы и триглицеридов у крыс с МС и без него показаны через 12 недель эксперимента ($p=0,001$), что указывает на развитие МС у крыс при применении ВЖВУД. В нижней челюсти отсутствовали гистологические и морфометрические различия у животных интактной группы и группы метаболический синдром ($p>0,05$). Установлено нарушение репаративного остеогенеза у крыс опытной группы по сравнению с контрольной: уменьшение относительной площади новообразованной костной ткани и трабекул (7-28 сутки), снижение толщины трабекул (14-28 сутки), числа остеоцитов (7-28 сутки), остеобластов (7-21 сутки) и остеокластов (14-28

сутки). Результаты исследования указывают на нарушение репаративного остеогенеза при МС, что может быть связано со снижением дифференцировки костномозговых клеток в остеогенные за счет снижения активности транскрипционного фактора дифференцировки фибробластов Runx2 и увеличения активности транскрипционного фактора липидного обмена PPARγ, а также формирование эндотелиальной дисфункции, системного воспаления, оксидативного стресса, инсулинорезистентности при МС.

ЗНАЧЕНИЕ ДЕФИЦИТА МАТЕРИНСКОГО УХОДА КАК ФАКТОРА ПОТЕНЦИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ КСЕНОБИОТИКОВ НА СОМАТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КРЫС В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Магзумов И.Н., Исенгулова А.А., Васильева Е.А., Мирошниченко И.В., Шерман И.Б.
Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург

Ранний постнатальный период - критическое окно для соматического развития, когда организм особенно уязвим к воздействию различных факторов внешней среды. Материнский уход модулирует физиологические и стрессовые реакции потомства. При этом некоторые факторы, например, ксенобиотики, в частности хлороформ как побочный продукт обеззараживания питьевой воды хлором, могут воздействовать через организм матери. Таким образом, возникает вопрос о возможности дефицита материнского ухода потенцировать негативное влияние ксенобиотиков.

Цель. Изучить влияние дефицита материнского ухода на соматическое развитие крыс в ранний постнатальный период на фоне действия ксенобиотиков.

Материалы и методы. Для исследования было использовано потомство 60 самок крыс, разделенных на 6 групп, контрольные: КГ (без депривации, матери пили чистую воду), КГд – (депривация, матери потребляли чистую воду), опытные: ОГ-60 и ОГ-200 (без депривации, матери потребляли воду подверженную обеззараживанию хлором и имеющую остаточную концентрацию хлороформа 60 мкг/л., и 200 мкг/л. соответственно), ОГ-60д и ОГ-200д (депривация, матери потребляли воду с остаточной концентрацией хлороформа 60 мкг/л., и 200 мкг/л., соответственно). Депривация длилась по 180 минут ежедневно с 1 по 21 сутки постнатального развития, все крысята проходили развитийную батарея тестов, разработанную в Институте нормальной физиологии им. П.К. Анохина. Остальные параметры содержания не отличались. Оценка влияния на раннее постнатальное развитие проводилась путём межгруппового сравнения суммарного индекса своевременности соматического развития признаков.

Результаты. Выявлено что фактор депривации негативно влияет на соматическое развитие, так значение суммарного индекса у КГд достоверно ниже чем у КГ, фактор потребления матерями питьевой воды с остатком хлороформа так же негативно влияет на соматическое развитие, и значение суммарного индекса у ОГ-60 и ОГ-200 достоверно ниже чем у крысят из КГ. Наше исследование также показывает, что происходит суммация негативного эффекта от одновременного воздействия дефицита материнского ухода и влияния ксенобиотиков, так у крысят из ОГ-60д и ОГ-200д значение суммарного индекса достоверно ниже чем у КГд, при этом суммарный индекс у ОГ-60д достоверно ниже чем у ОГ-60, а у ОГ-200д достоверно ниже чем у ОГ-200.

Выводы. Полученные данные в ходе проведенного исследования дают основание говорить о суммация негативного эффекта от одновременного влияния дефицита материнского ухода и воздействия ксенобиотиков на соматическое развитие в ранний постнатальный период.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РАБОТЕ НЕЙРОПСИХОЛОГА

Макаренко Т.Г., Юсупова Г.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова

Наука нейропсихология совмещает психологию и нейронауки. Задача данной дисциплины состоит в изучении связи между работой головного мозга и психическими процессами, такими, как: мышление, речь, эмоции, внимание и память.

Многие практикующие психологи и нейропсихологи, хорошо знающие практическую часть своей работы, испытывают трудности в понимании глубоких механизмов работы нервной системы. Без этих знаний невозможно проанализировать полученные в ходе нейропсихологического обследования результаты, а также весьма затруднительно правильное составление индивидуальной коррекционной программы, необходимой для каждого клиента.

Основоположником отечественной нейропсихологии является Лурия А.Р. Он знаменит своим учением о структурно – функциональных блоках мозга. Его теория называется: «Теория системной динамической локализации психических функций в мозге». В основу своей теории Лурия А.Р. положил открытия отечественных ученых, в частности: учение об анализаторных системах И.П. Павлова и учение о доминанте А.А. Ухтомского.

Нейропсихологический метод Лурия А.Р. – метод синдромного анализа, направлен на определение фактора, а именно нарушение определенного физиологического звена, который возникает вследствие локального поражения мозга. Проводя синдромный анализ, Лурия А.Р. выявлял «фактор» - нарушения какого – либо физиологического звена, в зависимости от локализации поражения в мозге.

Без знаний анатомии нейропсихолог не может соотнести внешние симптомы с конкретными структурами ЦНС. Так, например, установлено, что поражение теменно – затылочных отделов приводит к расстройствам пространственного гнозиса и праксиса, а дисфункция лобной коры к нарушениям целеполагания, программирования и контроля, в то время как поражение височных областей влечет за собой нарушения слухо – речевого восприятия.

Физиологические знания помогают специалисту понять динамику процесса. Например, понимание механизма работы ретикулярной формации позволяет объяснить снижение психического тонуса и быструю истощаемость внимания. Работа над коррекцией и реабилитацией при повреждениях мозга посредством обучения можно объяснить явлением нейропластичности – способности нервной системы изменять свою структуру и организацию функций.

Понимание физиологии работы синапсов, процессов миелинизации и нейрогенеза позволяет нейропсихологу грамотно дозировать учебную нагрузку, избегая перевозбуждения и запредельного торможения.

В работе с детьми очень важны знания возрастной анатомии и физиологии, знания гетерохронного развития структур и периодов сенситивности. Опытный специалист может различить настоящий патологический процесс от функциональной несформированности мозговых структур в дошкольном мозге, например, в лобных отделах.

Практикующий специалист работает в контакте с медиками, учитывает данные МРТ, КТ и ЭЭГ в своей работе. Эти данные помогают детскому нейропсихологу выстраивать гипотезу обследования, а в дальнейшем грамотно составить коррекционную программу. За поведенческими и когнитивными трудностями клиента нейропсихолог видит материальные процессы, происходящие у него в мозге.

ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЦ СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Макарова И.И., Рубина С.С., Игнатова Ю.П., Алиева А.К. кызы
Тверской государственный медицинский университет, Тверь

Средний возраст характеризуется как физиологическими функциональными изменениями организма, так и новым этапом переосмысления социальной активности. Все это находит отражение в психоэмоциональной сфере человека и его поведении. Цель исследования заключалась в изучении ряда психоэмоциональных особенностей у лиц среднего возраста. В исследовании приняли участие условно-здоровые мужчины (n=80) и женщины (n=82), средний возраст которых составлял 52,18±8,72 лет. Все участники подписали информированное добровольное согласие. Нейропсихологическое исследование включало: шкалу ситуативной и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера - Ю.Л. Ханина, шкалу стресса Холмса-Рея, госпитальную шкалу тревоги и депрессии, шкалу Бека, Монреальскую шкалу оценки когнитивных функций, Краткую шкалу оценки психического статуса, батарею тестов для оценки лобной дисфункции, опросник SF-36. Для статистического анализа использовали программу «Statistica 6.1».

По результатам тестирования обследуемые обоих полов относятся к группе со средним уровнем как личностной, так и ситуативной тревожности, определенный уровень которой - естественная и обязательная особенность активной личности. При этом значение ситуативной тревожности значимо ниже среди лиц мужского пола (p=0,03). Также у мужчин в сравнении с женщинами значимо ниже уровень стрессовой нагрузки по результатам оценки шкалы Холмса-Рея (p=0,0006). Однако, у тех и других низкий уровень стрессовой нагрузки (накопленный стресс) за последний год и связанный с этим риск развития психосоматических и физических заболеваний. Госпитальная шкала тревоги и депрессии, как первичный скринингдля лучшего понимания эмоционального состояния и самочувствия обследуемых, также показала отсутствие симптомов тревоги и депрессии (количество баллов по шкалам меньше 7). Отсутствие симптомов депрессии подтвердили и результаты оценки шкалы Бека. Однако, в группе мужчин с возрастом значимо возрастает вероятность проявления симптомов депрессивного состояния (r=0,38, p=0,0003). По данным Монреальской шкалы и Краткой шкалы значимых различий в показателях когнитивных функций и психического статуса между обследуемыми группами выявлено не было. В группе женщин отмечается, что у лиц с высшим образованием вероятность проявления когнитивных нарушений значимо ниже, чем со средним (r=0,39, p=0,002). Аналогичная закономерность наблюдается и в отношении выявления признаков дисфункции лобных долей (r=0,64, p=0,001). Результаты батареи тестов для оценки лобной дисфункции показали, что с возрастом у женщин значимо возрастает вероятность появления признаков деменции (r=-0,41, p=0,001). Анализ самоотчета, обследуемого по опроснику SF-36 продемонстрировал, что мужчины оценивают качество свой жизни (физическое и эмоциональное состояние) значимо выше, чем женщины, за исключением социального функционирования. Таким образом, психоэмоциональный статус обследуемых находится в пределах референсных значений. Данная группа лиц может быть использована в качестве контрольной.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТВЕТ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ УМСТВЕННЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Макунина О.А.
Южно-Уральский государственный университет, Челябинск

Цель исследования — оценить физиологический ответ организма студентов к последовательному предъявлению умственных и физических нагрузок, выявить критические точки напряжения регуляторных механизмов. В исследовании участвовали студенты юноши 1–3 курсов, не занимающиеся спортом (n = 120). Выборку студентов распределили по уровням среднесуточных значений шагометрии в течении недельного наблюдения: менее 5000 шагов в день - низкий, 5000-10000 шагов - средний, более 10000 шагов - высокий. В условиях лаборатории моделировали последовательную умственную (тест Амтхауэра) и физическую нагрузку - выполнялась на тредбане со ступенчатым повышение до 75–85 % ЧССмакс. Продолжительность выполнения каждой нагрузки составила 30 мин. Физиологический ответ организма студентов оценивали до, сразу и через 10 мин после нагрузок по показателям вариабельности сердечного ритма (SDNN, RMSSD, LF/HF), индексу напряжения регуляторных систем (ИН), а также шкалам Борга, опроснику Спилбергера–Ханина. Анализ полученных результатов показал, что у студентов с низкой физической активностью выявлено выраженное напряжение регуляторных систем: увеличение ИН на 45–60 %, LF/HF на 50–70 %, снижение RMSSD на 35–40 %. Определены критические точки напряжения при переходе от когнитивной к физической нагрузке и первые 5–7 мин физической работы, которые выражались в сдвиге вегетативного баланса в сторону симпатикотонии. С применением кластерного анализа выделены три профиля адаптации: «устойчивый», «напряжённый» и «нестабильный». Корреляционный анализ показал значимые корреляции: между снижением RMSSD и ухудшением устойчивости внимания ($r = -0{,}58$; $p < 0{,}01$), между увеличением LF/HF и повышением ситуативной тревожности ($r = 0{,}49$; $p < 0{,}05$). В группах студентов со средней и высокой ежедневной физической активностью напряжение было менее выраженным (увеличение ИН — на 20–30 %), восстановление ВРС происходило быстрее (к 10–15 мин). Практическая значимость исследования заключается в возможности использования предложенного комплекса показателей для скрининга уязвимых групп студентов и разработки дифференцированных рекомендаций по оптимизации учебной и тренировочной нагрузки.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ УНИВЕРСАЛЬНОГО БИОХИМИЧЕСКОГО СЕНСОРА В ВОСПРИЯТИИ ЭКЗОГЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Мартусевич А.К.
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород

Цель работы: проанализировать потенциальные химические структуры, воспринимающие внешние физико-химические раздражители.

Результаты. Воздействие холодной плазмы, которая вносит энергию в биосистему для ионизации эндогенных молекул, в гетерогенной среде приводит к образованию широкого

спектра активных форм кислорода (верхняя ветвь схемы), основными представителями которых являются в данном случае это гидроксильный радикал, озон и синглетный кислород.

Озон разлагается с образованием атомарного кислорода, гидроксильный радикал димеризуется в перекись водорода (в качестве промежуточной стадии этого процесса может происходить образование гидроксония), а синглетный кислород образует супероксидный радикал. Кроме того, атомарный кислород способен окислять галогениды (в частности, Cl−) до их кислородсодержащих производных (ClO-, соответственно, которые могут создавать напряжение галогенирования) или взаимодействовать с водой с образованием перекиси водорода. Интересно, что второй процесс может быть обратимым. Известно, что озон также обладает способностью насыщать кислородом галогениды. В свою очередь, супероксид-анион-радикал под действием супероксиддисмутазы также превращается в H_2O_2. Таким образом, весь каскад АФК-зависимых реакций объединяется в единую точку — относительно стабильную перекись водорода. В то же время долгоживущие активные формы белков могут выступать в качестве своеобразного депо для этого соединения. На наш взгляд, именно перекись водорода обеспечивает реализацию биорегуляторного эффекта холодной плазмы.

Вторая ветвь молекулярного сенсора для холодной плазмы связана с образованием активных форм азота и запускается за счет образования наиболее универсального из них — оксида азота, который может накапливаться в виде эндогенных осаждающих соединений (S—нитрозотиолов, динитрозил железа комплексы с различными лигандами — глутатионом, серином или белком). Вторым, более предпочтительным сценарием является образование нитрита из NO, который, взаимодействуя с супероксид-анионом или пероксидом водорода, обеспечивает синтез пероксинитрита, обладающего высоким окислительным потенциалом и, вероятно, реализующего токсические эффекты холодной плазмы. Это создает условия для развития индуцированного плазмой окислительного, азотистого или карбонилирующего стресса. Наконец, как нитрит, так и пероксинитрит могут быть преобразованы в стабильные и низкоактивные нитрат-ионы, что можно рассматривать как конечную точку процесса.

Выводы. Установлено, что обработка биологических объектов холодной плазмой, активируя специфические молекулярные механизмы, обеспечивает трансформацию функционирования клеток и тканей. Первичное восприятие этого внешнего фактора может осуществляться с участием универсального биохимического биосенсора, образуемого совокупностью биорадикалов (в первую очередь, активных форм кислорода и азота), в дальнейшем индуцирующего трансляцию этого сигнала в молекулярные, клеточные, тканевые и системные эффекты.

АНАЛИЗ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО ОТВЕТА НА ДЕЙСТВИЕ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ: РОЛЬ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ

Мартусевич А.К.[1,2], Суровегина А.В.[1], Иванова Д.В.[2], Николаева С.Ю.[2], Закиева С.Ш.[2]
[1] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород
[2] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

Целью исследования служила оценка реакции микроциркуляции на проведение курса локального воздействия гелиевой холодной плазмы.

Эксперимент выполнен на 30 здоровых половозрелых крысах-самцах линии Вистар, разделенных на 3 группы. Животным первой группы (n=10) проводили лишь однократное измерение показателей микроциркуляции. Крысы второй группы (n=10) получали курс, включающий 5 ежедневных сеансов по 1 мин. обработки кожи спины животных потоком гелиевой холодной плазмы, после которого также однократно оценивали состояние микроциркуляции. Животных третьей группы (n=10) по аналогичной схеме обрабатывали аргоновой холодной плазмой. Генерацию холодной плазмы производили с помощью устройства оригинальной конструкции и основанного на принципе ВЧ-индуцированной ионизации газового потока. Газом-носителем служили высокоочищенные гелий и аргон.

Оценку состояния микроциркуляции осуществляли методом лазерной доплеровской флоуметрии на аппарате "ЛАКК-М" (НПО "Лазма", Москва). Анализ этих данных позволял рассчитать показатель, характеризующий усредненную интенсивность кровотока по сосудам малого диаметра, относительную активность регуляторных факторов и степень участия шунтирующих путей микроциркуляции. Для анализа использовали значения частотных диапазонов, скорректированные для крыс. Полученные данные были обработаны статистически в программном пакете Statistica 6.1 for Windows.

Установлено, что имеет место дифференцированная реакция локального микрокровотока на обработку участка газовыми потоками различного состава. Так, по интегральному критерию, характеризующему интенсивность микроциркуляции, выявлено статистически значимое снижение показателя микроциркуляции при действии неионизированных благородных газов (на 26,1% и 36,2% для гелия и аргона; $p<0,05$ для обоих газов). При этом воздействие аргоновой холодной плазмы не оказывает существенного влияния на рассматриваемый показатель, а использование гелия в качестве газа-носителя обеспечивает усиление кровотока по сосудам малого диаметра на 8,2% относительно контрольной группы, животных которой не обрабатывали газовыми потоками ($p<0,05$).

В целях анализа механизмов формирования сдвигов состояния микроциркуляторного русла была проведена оценка амплитуды активных и пассивных регуляторных компонентов. Так, по эндотелиальному компоненту, отображающему темпы высвобождения монооксида азота, а также миогенному фактору динамика реагирования полностью совпадает с тенденциями модуляции показателя микроциркуляции: выраженное снижение амплитуды при обработке неионизированными газовыми потоками вне зависимости от их состава, сохранение уровня факторов при использовании аргоновой холодной плазмы и его нарастание под воздействием ионизированного гелия. Наименее реактогенным оказался нейрогенный компонент микроциркуляции - по нему статистически значимы только при обработке участка кожи животного аргоном (снижение на 9,7% относительно контрольного уровня; $p<0,05$) и гелиевой холодной плазмы (повышение на 5,0% по сравнению с интактными крысами; $p<0,05$).

В целом, локальное воздействие исследованных газовых потоков приводит к модуляции состояния микроциркуляции в регионе, подвергшемся обработке, причем характер реакции непосредственно зависит от состава и свойств потока. Инертные газы способствуют умеренному угнетению микрокровотока, обеспечиваемому снижением амплитуды как активных, так и пассивных компонентов.

БЛИЖНЕПОЛЬНАЯ СВЧ-ДИЭЛЕКТРОМЕТРИЯ В ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ

Мартусевич А.К.[1,2], Суровегина А.В.[2], Иванова Д.В.[1], Бадянова В.С.[2], Морозова Е.С.[1]
[1] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород
[2] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород

Целью исследования служило сравнительное изучение диэлектрических параметров кожи крыс при обработке аргоном и аргоновой холодной плазмой.

Эксперимент был выполнен на 40 половозрелых крысах-самцах линии Вистар, разделенных на 4 группы. Первая группа животных (n=10) была контрольной (интактной). Крысам остальных групп (по n=10 в каждой) ежедневно обрабатывали предварительно эпилированный участок кожи спины (площадь = 1*1 см). Продолжительность курса была единой для всех опытных групп и составляла 10 процедур. Животные второй группы получали обработку неионизированным потоком аргона (1 мин.), крысы третьей и четвертой групп – аргоновой холодной плазмой (1 и 2 мин. соответственно). Генерацию холодной плазмы производили с использованием устройства оригинальной конструкции, использующего принцип ВЧ-ионизации газового потока. Для всех процедур строго контролировали скорость подачи газа. В качестве последнего использовали аргон высокой чистоты (99,99%) для исключения влияния примесных газов на эффекты изучаемой монокомпонентной плазмы.

Оценку диэлектрических параметров кожи животных в обработанном участке (у крыс контрольной группы – в аналогичной точке спины) осуществляли по завершении полного курса воздействий. Для этого использовали специализированный программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий проведение ближнепольного резонансного СВЧ-зондирования биологических тканей. В спектр основных оценочных показателей вошли диэлектрическая проницаемость среды и ее проводимость, рассчитываемые по степени сдвига резонансной зондирующей частоты. Зондирование производилось единым интегральным датчиком на глубину 5 мм. под поверхностью кожи. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Statistica 6.0.

Установлено, что рассматриваемые физические факторы оказывают разнонаправленное действие на диэлектрические показатели кожи крыс. Так, по уровню диэлектрической проницаемости тканей было показано, что курсовая обработка участка кожи спины животного потоком неионизированного аргона умеренно снижает указанный показатель (в 1,15 раза; $p<0,05$ относительно крыс, с которыми не проводили никаких манипуляций).

Применение ионизированного потока использованного газа-носителя, как минимум, сохраняло диэлектрическую проницаемость кожи на уровне, животных контрольной группы, однако в этом случае регистрировали зависимость ответа от продолжительности обработки. При экспозиции в 1 минуту значение параметра не отличалось от контрольного, тогда как удвоение продолжительности воздействия способствовало его умеренному нарастанию (на 7,2%; $p<0,05$ по сравнению с крысами интактной группы). Учитывая то обстоятельство, что диэлектрическая проницаемость ткани существенно зависит от степени гидратации, можно предположить, что курсовая обработка неионизированным аргоном снижает интенсивность локальной циркуляции в данной области кожи. Напротив, аргоновая холодная плазма либо сохраняет ее на исходных значениях (при минимальной продолжительности воздействия), либо умеренно стимулирует (при увеличении длительности процедуры). Для уточнения данного эффекта требуется непосредственное определение состояния микроциркуляции в месте обработки.

Таким образом, курсовая обработка участка кожи спины крыс газовыми потоками с различной ионизацией вызывает формирование специфичного функционально-метаболического и морфоструктурного ответа.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОНОВ ДОРСОМЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ

Маслюков П.М.
Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль

Гипоталамус является наиболее важным интегратором вегетативной и эндокринной регуляции и отвечает за рост, развитие, репродуктивную функцию и метаболизм. К одной из концепций в геронтологии следует отнести элевационную теорию старения, придающей ключевое значение в этих процессах возрастному повышению порога чувствительности гипоталамуса к гомеостатическим сигналам. При этом важная роль в процессе старения отводится дорсомедиальному (ДМЯ) ядру гипоталамуса. Целью исследования являлся анализ изменений внутриклеточного сигналинга, нейронной активности и уровня микроРНК нейронов ДМЯ гипоталамуса, а также оценке влияния микроРНК на биохимические маркеры старения в плазме крови с использованием иммуногистохимических, электрофизиологических методов, вестерн-блоттинга, иммуноферментного анализа, а также ПЦР-РТ у самцов крыс в возрасте 3, 12 и 24 месяца. Эксперименты проводились на самцах крыс Wistar в возрасте 3, 12 и 24 месяца с использованием электрофизиологических, иммуногистохимических методов, вестерн-блоттинга, иммуноферментного анализа, а также ПЦР-РТ

Результаты показали, что при старении происходят разнонаправленные сдвиги нейрохимического состава ДМЯ крыс, сопровождающиеся изменениями нейрохимического состава, экспрессии компонентов инсулинового, адипокиного и воспалительного сигналинга в нейронах ядра. У старых 24-месячных крыс в нейронах ДМЯ отмечалось уменьшение экспрессии mTOR, возрастание экспрессии AKT, а уровень PI3K достоверно не изменялся. При этом у старых животных наблюдалось увеличение экспрессии фермента синтеза ГАМК GAD65/67 и везикулярного глутаматного транспортёра 2 VGLUT2 по сравнению с крысами в возрасте 3 и 12 месяцев. Частота импульсации нейронов ДМЯ с возрастом снижается. Наблюдались возрастные изменения электрических ответов нейронов ДМЯ на действие гормонов холецистокинина, лептина и грелина. У молодых крыс при введении холецистокинина, средняя частота импульсации достоверно снижалась. Частота импульсации нейронов ДМЯ 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. Отмечалось статистически значимое снижение экспрессии микроРНК let-7a-5p, miR-9a-3p, miR-132-3p и miR-218a-5p в нейронах ДМЯ, преимущественно у самцов.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕСТОВ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» И «ПРИПОДНЯТЫЙ КРЕСТООБРАЗНЫЙ ЛАБИРИНТ» У САМЦОВ КРЫС ПРИ ПСИХИЧЕСКОЙ ТРАВМЕ И КОРРЕКЦИИ АПО-ЛАКТОФЕРРИНОМ

Матвеевская П.А., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург

Психическая травма, связанная с угрозой жизни, может приводить к глубоким нарушениям поведенческого статуса, нарушать скоординированность поведенческих актов. Перспективным средством восстановления взаимосвязей поведения к физиологической норме является апо-лактоферрин, обладающий нейропротекторными свойствами.

Цель исследования состояла в оценке характера корреляционных взаимосвязей между поведенческими показателями «Открытое поле» («ОП») и «Приподнятый крестообразный лабиринт» («ПКЛ») у самцов крыс при психической травме и при последующей коррекцией апо-лактоферрином.

Опыты выполнены на половозрелых самцах крыс линии Wistar (300-325 г, n=52). «Control» – интактные, «VSO» – с витальным стрессом без введения растворов; «VSP» – с витальным стрессом + интраназальным введением 0,9 % NaCl; «VSL» – с витальным стрессом + интраназальным введением апо-лактоферрина (rhLF), курс 10 дней. Витальный стресс моделировали ситуацией угрозы жизни в течение часа. На 9 сутки после стресса оценивали поведение в тесте «ОП», на 10 сутки «ПКЛ». Корреляцию между переменными оценивали с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Отмеченные корреляции значимы на уровне $p < 0,05$. Сильная корреляционная связь считалась при значениях коэффициента корреляции $|r| \geq 0,70$.

В ходе корреляционного анализа в группе «Control» была выявлена сильная статистическая связь между актами «локомоция» и «центр» (r = 0,846), «сидит» и «центр» (r = -0,716). В группе «VSO» выявлена сильная статистическая связь между актами «общий путь» и «закрытый рукав» (r = -0,758), «стойка с упором» и «открытый рукав» (r = 0,725), «локомоция» и «открытый рукав» (r = 0,763), «сидит» и «открытый рукав» (r = -0,817), «груминг» и «выглядывание» (r = -0,721), «стойка с упором» и «центр» (r = 0,709), «локомоция» и «центр» (r = 0,818), «сидит» и «центр» (r = -0,730). В группе «VSP» обнаружена сильная статистическая связь между актами «норка» и «закрытый рукав» (r = -0,713), «общий путь» и «открытый рукав» (r = 0,704), «норка» и «открытый рукав» (r = 0,712). В группе «VSL» обнаружена сильная статистическая связь между актами «обнюхивание» и «выглядывание» (r = 0,888), «движения на месте» и «свешивание» (r = -0,829).

Таким образом, психическая травма формирует корреляции тревожного и локомоторного поведения, связывая движение со страхом. Коррекция апо-лактоферрином ликвидирует стресс-индуцированные связи, восстанавливая естественное исследовательское поведение, нивелируя взаимосвязи тревожного поведения, показывая выраженный нормализующий эффект.

АДАПТАЦИЯ ИИ-АССИСТЕНТА ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА В НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ

Медведева О.А., Халиуллин Б.И., Иванов М.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Нейрореабилитация требует длительного мониторинга и объективной оценки динамики. Большинство существующих ИИ-ассистентов ориентированы на первичный сбор жалоб и недостаточно адаптированы под реабилитационные задачи. К известным решениям относятся: терапевтическое приложение myReha, система поддержки принятия решений Physio Galenus, голосовой ассистент RehabCoach. Однако они являются либо тренажёрами, либо системами поддержки принятия решений, тогда как предлагаемый ассистент фокусируется на первичной коммуникации с пациентом (текст/голос) для структурирования данных. Целью работы является адаптация разработанного ИИ-ассистента врача для сбора информации и мониторинга в нейрореабилитации. Ассистент представляет собой веб-приложение с полями ввода текста, записью аудио, распознаванием речи и модулем анализа. Архитектура включает модули обработки естественного языка, автоматического распознавания речи и вывода результата. Для адаптации предложено дополнить систему нейрореабилитационными шкалами (Fugl-Meyer, Ashworth, Barthel, Berg, MMSE, MoCA), модулем видеоанализа движений, интеграцией с носимыми датчиками (ЭМГ, акселерометры) и дневником тренировок.

Концепция адаптации включает: 1) расширение входных данных (текст, голос, видео, сенсоры); 2) добавление реабилитационных метрик и автоматического расчёта динамики; 3) персонализированные отчёты для нейрореабилитолога; 4) телемониторинг и обратная связь пациенту. Ассистент не ставит диагноз, а структурирует данные и формирует предупреждения о возможных отклонениях. Адаптация требует дообучения моделей на клинических данных, валидации и соблюдения этических норм. В перспективе возможна интеграция с МИС, применение мультимодального анализа для прогнозирования восстановления, то есть построение математической или ИИ-модели, которая предсказывает, как будет меняться состояние пациента в будущем. На основе собранных данных (динамика шкал, сенсоров, видео, анамнеза) система сможет оценить: вероятность и скорость восстановления двигательных функций; риск ухудшения или осложнений; ожидаемый срок достижения реабилитационных целей; какие методы терапии будут наиболее эффективны для конкретного пациента. Предлагаемый инструмент позволит вовремя корректировать программу реабилитации, оценивать её эффективность, ставить реальные цели и доказательно показывать прогресс. ИИ-ассистент для сбора информации и мониторинга в нейрореабилитации может использоваться врачом для автоматизации длительного и объективного контроля.

АНАЛИЗ АСТРОГЛИОЗА ГЛИАЛЬНОГО РУБЦА В ОБЛАСТИ ИМПЛАНТАЦИИ КОРТИКАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОДОВ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Мельникова А.А., Егорчев А.А., Росин А.А., Нуруллин Л.Ф., Ведищева Д.С., Кудрявцева Е.И., Державин Д.В., Перепеченов С.С., Суходолова Е.А., Шабернев Г.В., Киясов А.П., Чикрин Д.Е., Аганов А.В., Самигуллин Д.В., Попова И.Ю., Павельев М.Н.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Кортикальные нейроимпланты перспективны для терапии неврологических расстройств и построения интерфейсов «мозг–компьютер», но их долгосрочная эффективность ограничена реакцией ткани на инородное тело: вокруг импланта формируется глиальный рубец, ухудшающий качество сигнала с течением времени. Разработка биосовместимых нейроимплантов требует объективных и воспроизводимых метрик реакции нервной ткани, в первую очередь — астроглиоза.

В исследовании представлен метод количественной оценки морфологических изменений астроцитов в области хронически имплантированных кортикальных электродов у мышей. Метод сочетает иммунофлуоресцентное окрашивание маркера астроцитов GFAP, конфокальную микроскопию и анализ изображений в программной среде Fiji с использованием алгоритма поверхностного машинного обучения LabKit. Предложенный метод позволяет стандартизировать оценку астроглиоза и избежать субъективности ручного анализа.

Установлено, что в зоне глиального рубца происходят значимые морфологические изменения: повышается экспрессия GFAP, увеличиваются площадь и периметр астроцитов, возрастает длина и число отростков — это отражает активное ремоделирование клеток при астроглиозе. Предложенный метод может быть использован для тестирования новых материалов, покрытий и других решений, направленных на снижение реакции на инородное тело и повышение долговечности нейроимплантов.

Примечание: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-75-00123, https://rscf.ru/project/24-75-00123/.

ФОНОВАЯ СПАЙКОВАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ДОРСО- И ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА КРЫС В УСЛОВИЯХ EX VIVO ПРИ СТАРЕНИИ

Моисеев К.Ю., Панкрашева Л.Г., Ширина Е.С., Маслюков П.М.
Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль

Гипоталамус участвует в регуляции автономных, эндокринных, соматических и ритмических процессов, а также в механизмах старения. Медиобазальный гипоталамус, включающий дорсомедиальное (ДМЯ) и вентромедиальное (ВМЯ) ядра, является источником стволовых клеток, содержание которых при старении снижается. Нейроны ДМЯ преимущественно ГАМК-ергические, в ВМЯ основным медиатором является глутамат. Ранее в экспериментах in vivo нами показано уменьшение частоты импульсации нейронов ДМЯ и ВМЯ при старении. Целью работы явился анализ фоновой спайковой активности нейронов ДМЯ и ВМЯ (средняя частота импульсации и ритмичность) у юных (2–3 мес), взрослых (12 мес) и старых (24 мес) самцов крыс Вистар на переживающих срезах ex vivo.

Работа выполнена на 36 крысах-самцах Вистар (по 12 животных в каждой возрастной группе) с соблюдением биоэтических норм. После глубокой анестезии изофлураном и декапитации мозг помещали в ледяную карбогенизированную искусственную цереброспинальную жидкость (ИЦЖ). На вибратоме получали коронарные срезы гипоталамуса толщиной 300 мкм, содержащие ДМЯ и ВМЯ. Срезы инкубировали в насыщенной карбогеном ИЦЖ с N-ацетилцистеином при 32 °C, затем перфузировали в регистрирующей камере. Внеклеточную активность регистрировали вольфрамовыми микроэлектродами под визуальным контролем. Сигналы усиливались, оцифровывались и анализировались в программе Spike2 с сортировкой спайков, кластерным анализом и построением интервальных гистограмм. Статистическую обработку проводили с использованием критерия Краскела–Уоллиса; различия считали значимыми при $p < 0,05$.

Зарегистрирована активность 72 нейронов (по 12 в каждом ядре в трёх возрастных группах). Большинство нейронов ДМЯ и ВМЯ разряжалось с постоянной частотой; интервалограммы характеризовались узким симметричным распределением межспайковых интервалов. У единичных нейронов отмечались периодические короткие серии из трёх разрядов (триплеты) со скошенной интервалограммой. Частота спайков достоверно изменялась в постнатальном онтогенезе и снижалась в обоих ядрах. Медиана частоты спайков в ДМЯ была выше, чем в ВМЯ, во всех возрастных группах. Полученные значения соответствуют литературным данным для молодых животных ex vivo (4,9–8 имп/с) и превышают показатели in vivo (1–2 имп/с). Выявленное снижение частоты импульсации в ДМЯ и ВМЯ при старении согласуется с нашими данными, полученными ранее in vivo, однако паттерн разрядов различался в зависимости от условий регистрации и не менялся с возрастом.

Заключение: частота разрядов нейронов туберальной группы гипоталамуса снижается при старении как ex vivo, так и in vivo; паттерн разрядов зависит от параметров регистрации и не изменяется с возрастом.

Работа выполнена при поддержке РНФ (проект № 25-25-00302).

ПРОБЛЕМЫ, ЭТАПЫ, И ЛИЧНОСТНЫЕ РЕСУРСЫ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ К НОВОЙ УЧЕБНОЙ СРЕДЕ

Морозова В.И., Юсупова Г.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Переход из школы в новую учебную среду сопряжен с изменением социального статуса, привычного рода деятельности, условий проживания. К.С. Аверкиева отмечает, что студенты сталкиваются с ситуацией, когда с одной стороны, к ним предъявляются требования как к социализированному субъекту, а с другой — возникает необходимость выбора способа приспособления к новым обстоятельствам. Сочетание ожиданий, высокой академической нагрузки, необходимости интеграции в новое сообщество является причиной сильнейшего стресса, и как следствие, возникают проблемные адаптационные реакции.

Адаптация представляет собой сложный процесс, в котором биологический, психологический и социальный уровни находятся в неразрывной связи. О.И. Арапова указывает, что психологическая адаптация понимается Н.Т. Колесник и соавторами как активная самореализация личности в социальной действительности. Студентам необходимо, ассимилируясь в новом социальном окружении, раскрыть собственные склонности и способности. О.И. Арапова подчёркивает, что вхождение в новую учебную среду часто

сопровождается внутренним конфликтом. Студент стремится сохранить привычные модели поведения, но при этом вынужден вырабатывать новые стратегии.

Адаптация первокурсника проходит через ряд закономерных этапов. А.А. Минзек и С.Ч. Маадыр выделили в этом процессе несколько стадий. Первые недели обучения отмечены эмоциональным подъёмом и завышенными ожиданиями. Столкновение с академическими требованиями сопровождается ростом тревожности и снижением самооценки. Затем наступает этап «поиска стратегий». При благоприятном течении процесса к концу первого семестра студент вырабатывает индивидуальные методы учебной работы, принимает нормы студенческого сообщества и обретает академическую уверенность. Полный адаптационный цикл занимает от нескольких месяцев до года и более. Социальная адаптация, как правило, требует больше времени, чем учебная. Это связано с длительностью построения межличностных связей.

Е.А. Махрина и А.В. Тимофеева указывают, что эмпирические данные свидетельствуют о наличии тесной прямой связи между уровнем стрессоустойчивости и личностным адаптационным потенциалом. Низкая стрессоустойчивость сопряжена с серьёзными затруднениями при принятии решений в условиях стресса. При накоплении критической стрессовой нагрузки возрастает риск психосоматических расстройств. Особенно остро это проявляется в период сессии.

О.В. Пересада, С.А. Коногорская и И.М. Попова считают, что наиболее уязвимыми оказываются студенты, совмещающие учёбу с трудовой деятельностью. Также в группу риска попадают первокурсники с дефицитом навыков самоорганизации. Трудности самоорганизации и операционные затруднения, связанные с объёмом и сложностью учебного материала, устойчиво занимают ведущие позиции в структуре адаптационных проблем.

Адаптация первокурсников представляет собой многоаспектное, динамичное и внутренне противоречивое явление. Её эффективность определяется совокупностью личностных, социальных и средовых факторов, отмечает О.И. Арапова. Своевременная диагностика и целенаправленное психолого-педагогическое сопровождение студентов на начальном этапе обучения способны существенно смягчить негативные проявления адаптационного стресса. Это создаёт условия для полноценного личностного и профессионального становления будущих специалистов, что особенно важно, подчёркивают О.В. Пересада, С.А. Коногорская и И.М. Попова.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЦ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ

Мотыгуллина Л.И., Ванюхина Н.В.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

В последнее время научное общество вовлечено в тему повышенной тревожности. Особое внимание уделяется физиологическим механизмам регуляции и когнитивным процессам, которые связаны с возникновением повышенной тревожности. В тоже время, появляются новые данные об индивидуальных особенностях работы вегетативной нервной системы человека с повышенной тревожностью, его способностях обрабатывать большой объем разноаспектных данных, а также удерживать внимание и концентрацию на ключевой информации, несмотря на повышенную когнитивную нагрузку.

Публикационная и методологическая база исследований посвященных изучению психофизиологических особенностей у лиц с повышенной тревожностью довольно

вариативна, поэтому, анализ и систематизация последних данных в данной области, являются актуальными.

В научно-исследовательских работах часто встречается термин «вариабельность сердечного ритма» (ВСР). ВСР отражает колебания между частотами сердечных сокращений и служит предиктором для выявления сердечно-сосудистых заболеваний, истощения, а также снижения когнитивных функций человека. В частности, именно ВСР оценивается как основной признак развития повышенной тревожности (J. Tomasi и соавт., 2023 г.).

В результате исследований, посвященных изучению нейронных корреляций при тревожных расстройствах (V. De la Peña-Arteaga и соавт., 2024 г.), было выявлено, что были обнаружены при учете возраста, пола и ситуативной тревожности статистически значимые связи в дорсальной сети внимания, сети пассивного режима работы мозга и слуховой сети. При этом, авторы отмечают, что данные нейронные сети преимущественно участвуют в процессах внимания.

В публикациях, посвященных данной теме, встречается термин «интероцепция», который описывает восприятие и обработку сигналов внутреннего состояния организма. Так, в метаанализе R. Clemente, A. Murphy и J. Murphy (2024 г.), тревожность связывали с повышенной чувствительностью к телесным сигналам, интенсивным вниманием к ним и их более негативной оценкой.

Таким образом, можно сделать заключение, что повышенная тревожность связана с особенностями автономной регуляции, внимания и восприятия телесных сигналов. При этом единого психофизиологического маркера тревожности не выявлено, что определяет необходимость комплексной оценки психологических, физиологических и когнитивных показателей.

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА (fNIRS) ДЛЯ СКРИНИНГА АЛКОГОЛЬНОЙ АДДИКЦИИ У МУЖЧИН

Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Моисеев Д.В., Скородумов Н.Д., Улесикова И.В.
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Изучены возможности применения ближней инфракрасной спектроскопии (fNIRS) для скрининга алкогольной зависимости у мужчин, как категории населения с повышенным риском развития алкоголизма. В анонимном исследовании приняли участие 49 мужчин европеоидной расы в возрасте 19-25 лет. Потребление алкоголя оценивалось по кратности и крепости алкогольных напитков. Учитывалась мотивация потребления алкоголя. Интенсивность церебрального метаболизма определялась по уровню гемодинамического ответа коры головного мозга в ближнем инфракрасном диапазоне, посредством применения прибора Cortivision Poton Cap (Польша). Запись показателей fNIRS, характеризующих концентрацию оксигенированного (HbO) и дезоксигенированного (HbR) гемоглобина осуществляли в микроциркуляторном русле различных областей головного мозга в 3 этапа: — фон fNIRS с открытыми глазами; — последовательное предъявление тестов «Простая зрительно-моторная реакция», «Сложная зрительно-моторная реакция», «Крепелин», фотостимуляция с частотой 5, 10 и 15 Гц сериями по 15 с паузами 7 с между разными частотами;— постнагрузочные значения fNIRS.

Выявлена однонаправленная связь кратности и крепости потребляемого алкоголя у мужчин со снижением интенсивности церебрального метаболизма. По существу, кратность и крепость потребляемого алкоголя отражают величину поступающего в организм этилового

спирта. Этанол, легко преодолевающий гематоэнцефалический барьер, поражая ткани головного мозга, по всей видимости снижает сосудистый тонус и церебральный кровоток, что в свою очередь отрицательно влияет на концентрацию окси- и дезоксигемоглобина. Наиболее выраженным снижением интенсивности церебрального метаболизма характеризовались дорсолатеральная префронтальная кора и передняя префронтальная кора. Системность проявления негативных последствий потребления алкоголя определяется идентичностью полученных результатов на первом, втором и третьем этапе исследования, т.е., вне зависимости от отсутствия или наличия экзогенной нагрузки (в том числе ритмической фотостимуляции, опосредованно стимулирующей дорсолатеральную префронтальную кору), интенсивность церебрального метаболизма у алкоголезависимых мужчин существенно снижена по отношению к лицам не потребляющим или малопотребляющим алкогольные напитки. Кроме этого, у всех слабопьющих мужчин мотивация потребления алкоголя инициируется социальной, ситуативно обусловленной природой, а у сильнопьющих - физической потребностью. В результате выполненных исследований определена перспективность применения fNIRS для объективизации скрининга алкогольной зависимости у мужчин.

ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ КОНТЕКСТАХ С ИСХОДНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ РЕГУЛЯЦИИ КАРДИОРИТМА МУЖЧИН И ЖЕНЩИН

Муртазина Е.П. [1]***, Зотова О.М.*** [2]***, Галушка Е.С.*** [1]***, Перцов С.С.*** [1,2]
[1] **Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий», Москва**
[2] **Российский университет медицины, Москва**

Изучение психофизиологических механизмов социального поведения – актуальная проблема современной нейросоциобиологии. Решение задач в этой области имеет высокую научно-практическую значимость для разработки методик повышения качества, эффективности и производительности труда в различных сферах профессиональной деятельности при сохранении психосоматического здоровья трудящихся. Ранее нами были выявлены половые различия результативности выполнения сенсомоторных заданий в совместных контекстах деятельности. Цель исследования – провести сравнительный анализ взаимосвязей исходных типологических особенностей регуляции вариабельности сердечного ритма (ВСР) мужчин и женщин с последующей результативностью сенсомоторных тренингов (СМТ) в разных социальных контекстах деятельности. Исследование, одобренное Межвузовским комитетом по этике при Ассоциации медицинских и фармацевтических вузов (Протокол №3 от 17.02.2022 г.), проведено на 265 испытуемых (19 лет 3 месяца ± 3месяца) обоего пола (49% женщин), которые выполняли СМТ «Столбики» (ООО «Нейротех», Таганрог, РФ) индивидуально, при соревновании и кооперации в однополых диадах. Проводилась регистрация фоновой ЭКГ (3 мин) в стандартном отведении у испытуемых в состоянии покоя с выделением кардиоинтервалограмм и вычислением общепринятых статистических и спектральных характеристик ВСР. В результате кластерного анализа по основным показателям ВСР (ЧСС, стандартное отклонение, спектральные мощности в высокочастотных и низкочастотных диапазонах) испытуемые были разделены на три группы участников, для которых был характерен баланс или преобладание регуляторных влияний симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы на сердечную деятельность: «нормотоники», «симпатотоники» и «ваготоники». В результате

сравнительного анализа распределений испытуемых в эти группы с разными исходными типами регуляции ВСР в выборке мужчин выявлено на 11% больше симпатотоников и на 8 % меньше ваготоников по сравнению с женской. Анализ взаимосвязей между исходными характеристиками ВСР и показателями результативности последующих СМТ в индивидуальных и совместных контекстах деятельности позволил обнаружить специфические плеяды корреляционных связей, различия между которыми зависели от факторов пола, типа вегетативной регуляции и социального контекста деятельности.

Работа выполнена в рамках Гос.Задания FGFW-2022-0001.

НОВЫЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Муртазина Е.П. [1]***, Перцов С.С.*** [1,2]
[1] Федеральный исследовательский центр оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий, Москва
[2] Российский университет медицины, Москва

Развитие нейрофизиологии, цифровых медицинских технологий и методов анализа физиологических сигналов открывает новые возможности для изучения социальных аспектов здравоохранения, включая коммуникацию врача с пациентом и его родственниками, взаимодействие в телемедицине, координацию специалистов внутри медицинских бригад. Современные методы магнито- и электроэнцефалографии, фМРТ, функциональной инфракрасной спектроскопии, регистрации движений глаз, вариабельности сердечного ритма и электродермальной активности позволяют объективизировать отдельные компоненты коммуникации: эмоциональное напряжение, когнитивную нагрузку, концентрацию внимания, эмпатический отклик и особенности принятия решений в клинически значимых ситуациях. Перспективным направлением нейросоциобиологии является гиперсканирование – синхронная регистрация физиологических показателей у нескольких участников взаимодействия, позволяющая анализировать согласованные изменения состояния врача и пациента, особенности взаимопонимания и влияния невербальных факторов. Нейрофизиологическая оценка коммуникации в телемедицине позволяет определить условия, при которых дистанционная консультация сохраняет достаточный уровень доверия, внимания и эмоциональной вовлечённости ее участников.

Не менее значима проблема взаимодействия специалистов внутри медицинских бригад. В операционных, реанимационных отделениях, при оказании скорой и полевой медицинской помощи эффективность определяется не только индивидуальной квалификацией специалистов, но и координацией их действий, распределением ролей, способностью обмениваться информацией и работать в условиях дефицита времени. Регистрация психофизиологических показателей методами гиперсканирования в симуляционных сценариях оказания медицинской помощи позволяет выявлять периоды максимальной нагрузки, факторы возникновения ошибок и условия, повышающие командную согласованность. Обучение студентов медицинских вузов навыкам социального общения в симуляционных центрах может повысить качество их будущей профессиональной деятельности в составе медицинских команд.

При внедрении указанных технологий необходимо соблюдать принципы информированного согласия, конфиденциальности и недопустимости использования нейрофизиологических данных для необоснованного контроля над деятельностью

медицинских работников или поведением пациентов. Нейрофизиологические исследования социальных взаимодействий способны стать основой для более гуманной, безопасной и эффективной медицины, объединяющей клинические, социопсихологические и организационные подходы.

Работа выполнена в рамках Гос.Задания FGFW-2022-0001.

АСТРОЦИТЫ ИГРАЮТ ОДНУ ИЗ ВАЖНЕЙШИХ РОЛЕЙ В ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОЙ ЭПИЛЕПСИИ

Мухамедзянов Р.Д., Гатиятуллина Л.Л.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Травмы головного мозга, частая причина приобретенной эпилепсии. Динамические изменения в астроцитах, окружающих место повреждения, способствуют эпилептическим припадкам, связанным с интенсивным возбуждением нейронов. Однако мало что известно о молекулярных механизмах, которые активируют астроциты во время черепно-мозговой травмы или о влиянии функциональных изменений астроцитов на судороги.

Астроциты, звездчатые глиальные клетки, составляют ~ 30% клеток в центральной нервной системе (ЦНС). Они тесно интегрированы в нейронные сети и обеспечивают метаболическую и физическую поддержку нейронов. Предлагалось, что они участвуют в формировании гематоэнцефалического барьера и в поддержании внеклеточного ионного и химического гомеостаза.

Последние исследования показывают, что астроциты играют важную роль в регуляции развития нейронов, а также пластичности и повышенной возбудимости нейронов. Так же показано, что астроциты могут обеспечивать положительную обратную связь с нервными окончаниями и регулировать высвобождение нейротрансмиттеров. Астроциты контактируя с пресинаптическими терминалами и постсинаптическими шипиками создает сложный взаимосвязанный узел, так называемый трехсторонний синапс. Это может быть доминирующей формой астроцит-нейронных взаимодействий.

Посттравматические изменения в нейронах могут вызывать изменения в структуре экспрессии белков и генов и морфологии астроцитов. Это явление называется реактивным астроглиозом и характеризуется гипертрофией первичных процессов, резким увеличением экспрессии глиального фибриллярного кислого белка (GFAP), снижением экспрессии глютаминсинтетазы. Посттравматическая эпилепсия является долговременным негативным последствием черепно-мозговой травмы, при которой могут возникать реактивные астроциты.

Был изучен ряд специфических для астроцитов функций, связанных с посттравматической эпилепсией, таких как регуляция цитокинов, регуляция осмотического давления, метаболизм нейротрансмиттеров и ионный гомеостаз, а также поддержание гематоэнцефалического барьера. Большая часть этих функций нарушается вследствие черепно-мозговой травмы.

За более чем десять лет накопились данные, показывающие, что реактивные астроциты действуют как «двойные агенты» после черепно-мозговой травмы. С одной стороны, они образуют глиальные рубцы, которые помогают изолировать поврежденные участки мозга. С другой стороны, эти шрамы могут стать очагом судорог. Эти исследования указывают на сложность вклада реактивных астроцитов в посттравматическую эпилепсию. Также можно предположить, что реактивный астроцит - это попытка поврежденного мозга восстановить себя, сопровождающаяся серьезным побочным эффектом. Противосудорожная

профилактика в настоящее время неэффективна для предотвращения развития посттравматической эпилепсии. Таким образом, остается актуальным необходимость изучения новых противоэпилептогенных методов лечения.

ТЕХНОЛОГИИ «МОЗГ-НА-ЧИПЕ»: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Мухина И.В., Пигарева Я.И., Гладков А.А., Пимашкин А.С.
Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород

Нейронные сети в моделях in vitro позволяют изучать клеточные механизмы распространения сигнала и обработки информации на сетевом уровне в популяциях нейронов с заданными свойствами, геометрией и возможностью ввода-вывода через электронные платформы. Для культивирования обычно используют нервные клетки из коры головного мозга или гиппокампа эмбриона крысы или мыши, а также репрограммированные iPS клетки человека. Технологии «мозг-на-чипе» - мощный инструмент для фундаментальных исследований и разработки новых терапевтических подходов, который с использованием микрофлюидных платформ реализует многие задачи, решаемые в области физиологии, патологической физиологии, фармакологии, неврологии. Например, технологии «мозг-на-чипе» помогают изучать патогенез нейродегенеративных заболеваний, механизмы восстановления поврежденных нервных путей, оценивать влияние веществ на нейронные сети и синаптическую пластичность, тестировать стратегии нейропротекции и ускорять поиск эффективных и безопасных нейротропных препаратов. Вместе с тем, технологии «мозг-на-чипе» в настоящее время имеют ограничения в использовании, связанные со сложностью моделирования живого мозга со всеми его связями и динамикой в трехмерном пространстве, необходимостью длительного поддержания жизнеспособности нейронов и других клеток мозга и сосудов в микрофлюидных чипах. Есть и еще одно смежное направление в технологии «мозг-начипе» - создание нейроморфных чипов — электронных систем, архитектурно имитирующих работу мозга (для задач искусственного интеллекта и обработки сенсорных данных). Кроме того, использование таких технологий с участием клеток человека поднимает важные этические проблемы, связанные с конфиденциальностью данных.

ВЛИЯНИЕ ИНДУЦИРОВАННЫХ МИКРОВЕЗИКУЛ НА ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ МЫШЕЙ С МОДЕЛЬЮ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА

Нагиев К.К., Сыромятникова В.Ю., Салафутдинов И.И., Ризванов А.А., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Боковой амиотрофический склероз (БАС) характеризуется дегенерацией мотонейронов, прогрессирующей слабостью и атрофией скелетных мышц. Применение индуцированных микровезикул (ИМВ) из мезенхимальных стволовых клеток (МСК) исследуется как бесклеточный подход к коррекции двигательных нарушений.

Цель исследования — оценить влияние интраназального и ретроорбитального введения ИМВ из МСК на двигательные функции, выживаемость и продолжительность жизни FUS-трансгенных мышей с моделью БАС.

Использовали мышей линии FUS (1–359) на генетическом фоне CD1 с нейроспецифической экспрессией укороченного белка FUS человека. Сформировали пять групп: мыши дикого типа (n=49); FUS-мыши без терапии (n=50); FUS-мыши с однократным (n=27) или двукратным (n=14) ретроорбитальным введением ИМВ; FUS-мыши с однократным интраназальным введением ИМВ (n=18). Микровезикулы получали обработкой МСК жировой ткани человека цитохалазином В. Регистрировали выживаемость и продолжительность жизни животных. Двигательные функции оценивали с помощью грип-теста, тестов «открытое поле» и «ротарод».

У FUS-мышей без терапии отмечались снижение выживаемости и ухудшение двигательных показателей. Выживаемость и средняя продолжительность жизни мышей в группах с введением ИМВ были выше, чем в группе FUS без терапии. У мышей в группах с введением микровезикул сила хвата в грип-тесте была выше, а снижение двигательной активности в тесте «открытое поле» — менее выраженным, чем у FUS-мышей без терапии. В тесте «ротарод» животные дольше удерживались на вращающемся стержне, чем FUS-мыши без терапии. Эффекты наблюдались как при интраназальном, так и при ретроорбитальном введении ИМВ.

Таким образом, применение ИМВ из МСК способствовало повышению выживаемости и сохранению двигательных функций у FUS-мышей с моделью БАС. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования ИМВ для разработки бесклеточных подходов к терапии БАС.

МЕХАНИЗМЫ СЕРОТОНИНОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В РЕГУЛЯЦИИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА РАСТУЩЕГО ОРГАНИЗМА

Нигматуллина Р.Р., Садыкова Д.И., Макарова Т.П., Салахова К.Р., Билалова Д.Ф., Хуснутдинова Л.Р., Барыгина Л.А., Недорезова Р.С., Безбрязов А.В., Хабибуллина Д.Ф., Абзалетдинова Г.Ф., Егорова А.Н., Гарипова М.Р., Зайцев П.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Серотониновая сигнализация является существенной в регуляции функций сердечно-сосудистой системы, особенно она важна для растущего организма. Известно, что серотонин является одним из наиболее ранних нейромедиаторов, оказывающих необратимое морфогенетическое влияние на развитие различных систем организма на начальных этапах пренатального онтогенеза. Сверхэкспрессия или нокаут серотониновых рецепторов, изменение концентрации серотонина в крови, нарушение работы мембранного переносчика серотонина, ферментов его синтеза и деградации оказывают влияние на морфогенез, развитие и функционирование сердца, сосудов, почек. В связи с этим, на протяжении последних 20 лет на кафедре нормальной физиологии Казанского ГМУ проводятся исследования механизмов серотониновой сигнализации в регуляции инотропной функции миокарда растущего организма.

Работы проводятся на многочисленных экспериментальных моделях у крысят и мышей (блокада фермента синтеза серотонина триптофангидроксилазы и переносчика серотонина в пренатальном онтогенезе, легочная гипертензия, семейная гиперхолестеринемия на гетерозиготных мышах с дефицитом рецептора липопротеина низкой плотности (мыши Ldlr+/-), острое и хроническое повреждение почек, хроническая

сердечная недостаточность, медикаментозный ринит, десимпатизация и др.). Особенностью наших работ является тесное сотрудничество с кафедрой госпитальной педиатрии КГМУ при проведении исследований с участием детей.

Полученные результаты убедительно показывают вовлеченность серотониновой сигнализации в патогенез врожденных пороков сердца, хронической болезни почек и гемолитико-уремического синдрома, легочной гипертензии, семейной гиперхолестеринемии, ковида и постковидных проявлений. Степень изменения концентраций серотонина и его метаболита 5-ГИУК (ВЭЖХ и ИФА), экспрессии мРНК генов серотониновой сигнализации (ПЦР), морфологических и выявляемых иммуногистохимически изменений в сосудах, сердце и почках, реакция сократимости миокарда на агонисты серотониновых рецепторов имеет выраженную специфику в зависимости от применяемой модели на животных и, конечно же, от клинической картины конкретных заболеваний у детей.

Результаты наших исследований вносят вклад в понимание молекулярно – клеточных механизмов регуляции сократительной функции сердца растущего организма в норме и в условиях экспериментальных моделей, а также у детей с нарушением липидного обмена, легочной гипертензией, заболеваниями почек, врожденными пороками сердца.

Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда (№23-15-00417) «Серотонин, мембранный переносчик серотонина, триптофангидроксилаза и TRPC 3 и 6 каналы в патогенезе сосудистых поражений у детей».

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА: КАК ОЦЕНИВАТЬ ЗНАНИЯ СТУДЕНТА?

Нигметзянова М.В., Телина Э.Н., Водунон Н.Р.
Казанский государственный медицинский университет, Казань.

Стремительный рост информационного пространства в современном мире требует трансформации образования в медицинском вузе. В настоящее время в Казанском ГМУ в рамках государственной программы поддержки российских университетов «Приоритет 2030» запущен пилотный проект интегральной образовательной программы пятого уровня. Главной задачей интегрированной модели является усиление самостоятельности студентов, стирание границ между дисциплинами, смещение фокуса фундаментальных дисциплин на прикладные аспекты и развитие компетенций, необходимых для дальнейшей деятельности врача.

В концепции трансформации медицинского образования выделяют горизонтальную и вертикальную интеграции: первая строится на модульном принципе — материал по каждой системе организма объединяют в единый модуль с участием нескольких кафедр, вторая охватывает весь период обучения (с 1 по 6 курс) и предполагает сочетание фундаментальных дисциплин с клиническими материалами и кейс задачами.

В разработанной нами горизонтальной интеграции фундаментальных дисциплин была устранена обособленность в преподавании фундаментальных дисциплин, таких как анатомия, гистология, физиология, биология, химия, биохимия, физика. Внедрение интегрированных модулей порождает ряд методических и организационных вопросов, одним из которых является проблема оценивания усвоенного материала. Интегрированный модуль по определению включает несколько дисциплин, каждая из которых имеет собственные цели, содержание и требования. Сложность оценивания знаний студента заключается в том, что при объединении нескольких дисциплин в один модуль необходимо выставить объективную итоговую оценку. Для решения этого вопроса мы рассчитывали

рейтинг по каждой дисциплине, входящей в состав модуля, с учетом посещаемости, результатов промежуточных контролей, средней текущей и экзаменационной оценок. Затем рейтинги по каждой дисциплине были умножены на соответствующую долю в модуле согласно количеству часов, выделенных для данной дисциплины.

Было отмечено, что интегрированная оценка может нивелировать пробелы в знаниях по отдельным дисциплинам за счет высоких результатов по другим предметам, что маскирует реальную картину освоения компетенций. Поэтому полная пересдача экзамена при неудовлетворительной оценке по одной из дисциплин, несмотря положительную оценку за модуль в целом, является необходимым условием для получения итоговой положительной оценки.

Таким образом, интеграция медицинского образования — сложный, многоуровневый процесс, требующий обоснованного подхода к оцениванию знаний студента и составлению объективной картины освоения компетенций. Успешная реализация этой модели возможна только при поэтапном и методически продуманном внедрении, что и демонстрирует опыт теоретических кафедр Казанского ГМУ в рамках программы «Приоритет 2030».

ОСТРОЕ ВОСПАЛЕНИЕ СНИЖАЕТ В1-АДРЕНОРЕЦЕПТОРНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СОКРАТИМОСТИ ПРЕДСЕРДИЙ: РОЛЬ NO, АФК В ДЕСЕНСИТИЗАЦИИ

Николаев И.С.[1], Одношивкина Ю.Г.[1,2], Петров А.М.[1,2]
[1] Казанский государственный медицинский университет, Казань
[2] Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань

β1-адренорецепторы (β1-АР) играют ключевую роль в регуляции сократимости миокарда. При воспалении и сепсисе наблюдается снижение β-АР-опосредованного инотропного ответа, что способствует развитию сердечной недостаточности. Ранее нами показано, что острое воспаление, вызванное липополисахаридом (ЛПС), ослабляет положительную β1-АР регуляцию сократимости предсердий. Однако механизмы этого феномена остаются неясными.

Целью настоящего исследования было определить вклад оксида азота (NO), активных форм кислорода (АФК) и десенситизации β1-АР в снижение инотропной реакции предсердий при активации β1-АР в условиях острого воспаления.

Мышам внутрибрюшинно вводили ЛПС (2 мг/кг) за 12 ч до эксперимента. Амплитуду сокращений изолированных предсердий измеряли с помощью тензометрической установки (Tissue Bath System). Функциональную активность β1-АР оценивали по ответу на добутамин (1–30 мкМ) и изопротеренол. Динамику образования NO и АФК при действии агониста β1-АР (добутамин, 30 мкМ) оценивали с помощью флуоресцентной микроскопии с использованием маркеров DAR-4AM и H2DCFDA соответственно. Для оценки вклада NO-синтазы и окислительного стресса использовали L-NAME (100 мкМ) и антиоксидант NAC (200 мкМ).

Получили, что у ЛПС-мышей инотропная реакция предсердий на добутамин и изопротеренол была достоверно снижена по сравнению с контрольной группой. Флуоресцентная микроскопия выявила увеличение свечения DAR-4AM (индикатор NO) и H2DCFDA (индикатор АФК) в ответ на активацию β1-АР у ЛПС-мышей, тогда как в контроле эти эффекты были менее выражены. Однако предварительная блокада NO-синтазы (L-NAME) или обработка антиоксидантом (NAC) не восстанавливали сниженную инотропную реакцию на добутамин у ЛПС-мышей: сократимость оставалась сниженной.

Таким образом, острое воспаление, вызванное ЛПС, приводит к снижению положительной β1-АР регуляции сократимости предсердий, которое не устраняется блокадой NO-синтазы или антиоксидантной терапией. Повышенная продукция NO и АФК при активации β1-АР, вероятно, напрямую не связана со сниженной положительной инотропной реакцией. Наиболее вероятным механизмом наблюдаемого феномена является десенситизация и/или протеолитическая модификация β1-АР. Полученные данные расширяют понимание механизмов воспалительной кардиодепрессии и указывают на необходимость поиска стратегий, направленных на сохранение целостности и функциональности β1-АР при воспалении.

ВЛИЯНИЕ НЕСЕЛЕКТИВНОГО АГОНИСТА NPY НА СОБСТВЕННЫЙ РИТМ ПРЕДСЕРДИЯ У ИНФАРКТНЫХ КРЫС

Николаев Т.И.[1], Аникина Т.А.[1], Искаков Н.Г.[1,2], Зефиров Т.Л.[1]
[1] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
[2] Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань

Острый инфаркт миокарда (ИМ) — это заболевание, вызывающее обструкцию перфузии миокарда и являющееся одной из ведущих причин заболеваемости и смертности во всем мире. Ключевую роль в патогенезе этого состояния играют нейрогуморальные механизмы, активирующиеся при ишемии. Среди медиаторов особого внимания заслуживает нейропептид Y (NPY). Нейропептид Y оказывает прямое влияние на сосудистый тонус, вызывая выраженную вазоконстрикцию коронарных микрососудов. Кроме того, пептид способствует дисфункции эндотелия и усиливает апоптоз кардиомиоцитов в зоне ишемии. Эксперименты на животных моделях демонстрируют, что подавление активности NPY может ограничивать размер зоны некроза. Изучение функциональной активности NPY-рецепторов открывает возможности для разработки селективных терапевтических подходов.

Цель. Оценить влияние неселективного агониста рецепторов нейропептида Y (NPY) на частоту спонтанной активности и амплитудно-временные параметры изометрического сокращения миокарда правого предсердия у постинфарктных крыс

Материалы и методы исследования. Эксперименты проводились на белых беспородных крысах 100-суточного возраста (n=16). Животные были разделены на 2 группы: здоровые и с острым инфарктом миокарда (ОИМ). Готовили препарат правого предсердия с сохранённым синусным узлом и спонтанной активностью, который погружался в термостатирующий раствор Тироде. Статистическая обработка проводилась с помощью парного t критерия Стьюдента. Обработку кривой изометрического сокращения проводили в программе "Chart 8.0". Проводили проверку выборки на нормальное распределение. На одном препарате предсердного миокарда изучали влияние NPY рецепторов в концентрации 10^{-7}М.

Результаты. У здоровых крыс агонист NPY снижает собственный ритм на 16,9% ($p<0,001$), длительность и амплитуда сокращения увеличивается на 16,7% ($p<0,001$),

и 53,2% ($p<0,001$; n=10) соответственно. Через сутки после острого инфаркта миокарда (ОИМ) NPY снижает частоту спонтанной активности у крыс на 22,4% ($p<0,001$). Длительность увеличивается на 18,1% ($p<0,05$), а сила сокращения на 42,1% ($p<0,01$;n=6).

Нейропептид Y оказывает влияние на собственный ритм и сократимость миокарда правого предсердия крыс. У здоровых животных NPY вызывал снижение частоты спонтанной активности наряду с ростом амплитуды и длительности сокращения. В группе крыс с острым инфарктом миокарда эффекты NPY оказались более выраженными, что

указывает на изменение чувствительности миокарда в условиях постинфарктного ремоделирования. Полученные результаты подтверждают значимую роль NPY в регуляции частоты и сократительной активности правого предсердия.

ХОЛЕСТЕРИН - КЛЮЧЕВОЙ РЕГУЛЯТОР НЕЙРО-КАРДИАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ: ОТ В2-АДРЕНОРЕЦЕПТОР-ЗАВИСИМОЙ СОКРАТИМОСТИ ДО ПРЕСИНАПТИЧЕСКОГО ВЫСВОБОЖДЕНИЯ НОРАДРЕНАЛИНА

Одношивкина Ю.Г.[1,2], Сибгатуллина Г.В.[2], Петров А.М.[1,2]
[1] Казанский государственный медицинский университет, Казань
[2] Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань

Холестерин — не просто структурный компонент мембран, а динамический организатор липидных микродоменов (рафтов), обеспечивающий правильную сборку рецепторов, ионных каналов и сигнальных белков. В сердце функционируют синапс-подобные контакты вегетативных нервов с кардиомиоцитами. Варикозы симпатических волокон содержат синаптические везикулы (СВ) с норадреналином (НА), основными мишенями которого являются постсинаптические преимущественно β2-адренорецепторы (β2-АР), модулирующие сократимость. Однако роль холестерина в сопряжении пресинаптического высвобождения медиатора и постсинаптического инотропного ответа остаётся недостаточно изученной.

Цель работы — оценить функциональные последствия изменения липидной композиции мембран на обоих уровнях нейро-кардиальной передачи. Исследование проводили на изолированных предсердиях мышей. Уровень мембранного холестерина модулировали метил-β-циклодекстрином (МЦД) и холестеринсодержащим комплексом. Регистрировали сократимость предсердий в ответ на фенотерол (агонист β2-АР). Роль сигнального пути Gi-белок, Akt-киназа, NO-синтаза оценивали с применением специфических ингибиторов. Для изучения пресинаптического звена использовали «ложный флуоресцентный нейромедиатор» FFN511 и регистрировали экзоцитоз в ответ на гипер-K^+ деполяризацию мембраны после воздействия холестерин оксидазы (ХО) или сфингомиелиназы (СМ).

На постсинаптическом уровне истощение мембранного холестерина МЦД существенно не влияло на базальную сократимость предсердий, но значительно ослабляло положительный инотропный ответ на фенотерол; восстановление холестерина возвращало этот параметр к исходным значениям. Ингибирование Gi-белка, Akt-киназы и синтеза NO восстанавливало положительный инотропный эффект фенотерола при сниженном уровне мембранного холестерина. В тоже время, после удаления мембранного холестерина, стимуляция β2-АР сопровождалась ростом синтеза NO, зависящим от активности Gi белка и Akt-киназы. На пресинаптическом уровне окисление поверхностного холестерина ХО усиливало экзоцитоз FFN в ответ на гипер-K^+ деполяризацию мембраны; блокатор везикулярного захвата НА, резерпин потенцировал этот эффект, указывая на возросшею роль обратного захвата нейромедиатора при окислении мембранного холестерина. Напротив, присутствие ХО во время загрузки FFN ослабляло вызванный деполяризацией экзоцитоз, а совместная предобработка ХО и резерпином полностью блокировала загрузку FFN. Аналогично, действие СМ на поверхностные мембраны усиливало экзоцитоз, тогда как доступ СМ к мембранам везикул во время загрузки устранял этот эффект.

Таким образом, холестерин мембран кардиомиоцитов необходим для предотвращения сопряжения β2-АР с Gi-белком, и Akt–NO-зависимым сигнальным путем, это способствует

реализации полноценного инотропного ответа, опосредуемого β2-АР. Кроме того, липидный состав пресинаптических мембран и мембран СВ определяет эффективность экзоцитоза НА: окисление холестерина поверхностных мембран способствует высвобождению медиатора, тогда как модификация мембран везикул (особенно окисление холестерина) препятствует их вовлечению в экзоцитоз. В целом, холестерин выступает двусторонним регулятором нейро-кардиальной передачи — на пре- и постсинаптическом уровнях.

ПРЕНАТАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДА

Палаткина П.А., Апраксина Н.К.
Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург

Электронные средства доставки никотина (ЭСДН) широко распространены как альтернатива традиционным табачным изделиям, в том числе среди женщин репродуктивного возраста. Несмотря на представление об их относительной «безопасности», компоненты аэрозоля — никотин, ароматизаторы и продукты термического разложения могут проникать через плацентарный барьер и воздействовать на развитие нервной системы плода.

Учитывая уязвимость нервной ткани к токсичным воздействиям, а также долгосрочные последствия пренатального влияния ЭСДН, изучение воздействия компонентов электронных сигарет становится особенно актуальным.

Цель исследования - анализ и систематизация экспериментальных и клинических данных о влиянии компонентов ЭСДН, используемых матерью в период беременности, на развитие нервной системы плода.

Проведён критический обзор литературы в базах данных PubMed, Scopus, MEDLINE, РИНЦ и eLibrary, за период 2015–2025 гг.

Экспериментальные данные свидетельствуют о связи пренатального воздействия аэрозолей с нарушением развития мозга, нейровоспалением, повреждением гематоэнцефалического барьера, изменением нейрональной миграции, аксоногенеза и синаптической пластичности.

Показано, что никотин оказывает нейротоксическое воздействие. Продукты термического разложения (альдегиды), способны повреждать мембраны, нарушать синаптическую передачу и индуцировать клеточную гибель. Для ароматизаторов ЭСДН в эксперименте выявлена связь с усилением оксидативного стресса, а также способность оказывать кумулятивный или синергический эффект с никотином. В отдельных клинических исследованиях у детей, матери которых использовали ЭСДН во время беременности, наблюдалось нарушение памяти и изменение психоэмоционального состояния, однако клинические данные ограничены и неоднородны.

Таким образом, компоненты ЭСДН способны оказывать негативное влияние на развивающуюся нервную систему плода, обуславливая последующие поведенческие нарушения. Совокупность данных указывает на потенциальные риски пренатального воздействия ЭСДН, но требуются дальнейшие исследования. Тем не менее, учитывая имеющиеся данные, представляется необходимым своевременное информирование женщин о возможных последствиях использования ЭСДН в период беременности.

СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА У ЛОШАДЕЙ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

Папаев Р.М., Ежкова А.М.
Казанский государственный аграрный университет, Казань

Цель работы: установление характера возрастных изменений белкового профиля крови лошадей русской рысистой породы в связи с содержанием серотонина. Исследования проведены на животных в возрасте 1,5-а; 6- и 15-ти лет (n = 18). В крови были определены: общий белок, креатинин, активность АлАТ и АсАТ, содержание серотонина.

Установлено, что у 1,5-годовалых жеребят при максимальном содержании серотонина (1,83±0,06 нг/мл) общий белок минимален (61,16±1,02 г/л), креатинин составляет 93,20±1,81 мкмоль/л, а активность АлАТ и АсАТ – 0,45±0,06 и 0,85±0,07 мкмоль/мл.ч., соответственно. К 6-ти годам по мере снижения содержания серотонина на 53,0 % ($P<0,05$) уровень общего белка возрастает на 15,0 %, креатинина – на 16,0 %, активность АлАТ и АсАТ – на 50,0 и 70,5 % ($P<0,05$). К 15-ти годам содержание серотонина снижается ещё на 30,1 % ($P<0,05$), при этом креатинин повышается ещё на 25,8 % ($P<0,05$), а общий белок и активность трансаминаз снижаются соответственно на 2,3; 57,7 и 55,2 % ($P<0,05$).

Для описания взаимосвязи параметров белкового профиля и серотонина были определены: коэффициент де Ритиса (АсАТ/АлАТ), индексы белок/креатинин и серотонин/креатинин. Коэффициент де Ритиса указывает на соотношение скоростей реакций трансаминирования в цитоплазме и митохондриях клеток печени и сердца. Установлен его возрастной рост (1,89; 2,04; 2,17) при снижении уровня серотонина, что указывает на последовательное преобладание митохондриального аспартат-аминотрансферазного пути над цитоплазматическим аланин-аминотрансферазным. Это говорит о том, что у жеребят энергия и азот аминокислот преимущественно направляются на пластические реакции при низком коэффициенте и высоком содержании серотонина, а с возрастом, по мере ослабления анаболических влияний серотонинергической системы (СЕС), идут на энергетическое обеспечение и катаболизм. Рост коэффициента к 15-ти годам при одновременном снижении активности АлАТ и АсАТ отражает снижение интенсивности белкового обмена. До 6-ти лет индекс белок/креатинин оставался стабильным (0,656 и 0,650) и снизился к 15-ти годам на 22,3%. Отмечалось также последовательное возрастное уменьшение индекса серотонин/креатинин у лошадей 1,5-а, 6- и 15-ти лет, что составило 0,0196; 0,0080; и 0,0045, соответственно.

Согласованные возрастные изменения белкового профиля и серотонина у лошадей свидетельствуют об участии СЕС в регуляции белкового обмена: её высокое функциональное напряжение у жеребят обеспечивает пластические потребности роста, а с возрастом баланс смещается в сторону катаболизма – повышенный уровень креатинина и коэффициента де Ритиса, снижается индекс белок/креатинин.

Индексы де Ритиса и серотонин/креатинин применимы в физиологии как интегральные критерии состояния белкового обмена и функционального напряжения СЕС, для контроля развития жеребят и оценки системы адаптации у лошадей.

ОПЕРАТИВНАЯ МОДЕЛЬ СУБКЛИНИЧЕСКОГО ГИПОТИРЕОЗА КАК НАИБОЛЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ

Паринов Р.А., Моисеев К.С.
Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск

Экспериментальные модели, в том числе субклинического гипотиреоза (СГ) — это фундамент, на котором строится современная эндокринология. При изучении влияния функции щитовидной железы на репродуктивную систему исследователи часто сталкиваются с дилеммой: как создать модель, которая была бы максимально приближена к реальным клиническим условиям и физиологическим процессам, протекающим в организме на фоне изменений в оси «гипоталамус-гипофиз-яичники».

В литературе встречаются разные методики моделирующие изменения функции ЩЖ, такие как: химическая индукция, использование радиоактивного йода, диетические модели (дефицит йода), но они не исключают негативного влияния на плод параллельно с гипотиреозным состоянием самки.

Целью работы было оценить физиологичность хирургической модели субклинического гипотериоза, разработанной на кафедре нормальной физиологи ФГБОУ ЛГМУ им. Свт Луки.

Материалы и методы. Исследование проводились на 30 половозрелых беспородных самках-крыс с массой 220-280 г, которые содержались в условиях вивария на общепринятом рационе при свободном доступе воды, с соблюдением принципов «Европейской конвенции о защите позвоночных животных». Формировали 2 группы по 15 крыс – контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ), которой моделировали субклинический гипотиреоз. Оценивали уровень гормонов: ТТГ (иммуноферментным методом при помощи набора TSH rat ELISA фирмы Demeditec Diagnostics Gmb H), Т3 (иммунохемилюминесцентным анализом), эстральный цикл, течение беременности, количество выношенных крысят.

Результаты. В ЭГ было обнаружено стойкое повышение уровня ТТГ при нормальном уровне Т3- Т4. Так, в КГ уровень ТТГ на превышал 2,4±0,9 нг/мл, в ЭГ – 4,2±1,0 нг/мл, уровень Т3 для обеих групп составил 1,88±0,13 нмоль/л.

Хирургическая модель СГ вызвала определенные изменения в дизайне эстрального цикла – достоверно увеличилась его продолжительность до 5,7±0,44 дней ($P \leq 0,001$) по сравнению с исходным состоянием за счет увеличения межтечкового периода до 3,6±0,48 ($P \leq 0,01$) и уменьшилась частота встречаемости эструса 2,3±0,29 ($P \leq 0,01$).

По результатам родоразрешения выявлено, что у крыс-самок ЭГ из 15 забеременевших разродилось 11 особей, с общим количеством крысят, равным 69. В КГ разродились все забеременевшие самки с общим количеством крысят, равным 136.

Выводы. Хирургическая модель гипотиреоза физиологичной и приближенной к клиническим условиям.

ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ KIM-1 ЭПИТЕЛИЯ КАНАЛЬЦЕВ ПОЧЕК КРЫС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЙОГЕКСОЛА И НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И N-АЦЕТИЛЦИСТЕИНА

Паринов Р.А., Тананакина Т.П.
Луганский государственный медицинский университет им. Святителя Луки, Луганск

Острое повреждение почек достаточно часто встречающаяся патология в стационаре, особенно отделении интенсивной терапии. К нефротоксичности могут приводить различные препараты, попадаемые в организм, но наиболее часто это нестероидные противовоспалительные (НПВС), антибиотики или противовирусные, особенно в комплексе с рентгеноконтрастными веществами, используемыми для диагностики той или иной патологии при проведении КТ или МРТ. KIM-1 или молекула повреждения почек-1 представляет собой гликопротеин, который не встречается в здоровом организме, но даже при небольшой ишемии или гипоксии или токсическом воздействии вырабатывается эпителием проксимальных канальцев. Данный гликопротеин является высокоспецифичным маркером повреждения ткани почек и его уровень повышается в первые часы развития острой почечной недостаточности, задолго до повышения сывороточного креатинина.

Материалы и методы. Исследование KIM-1 проведено на 72 самцах крыс линии Вистар возрастом 8-10 недель, массой 200-250 грамм, рандомизированных на 6 групп (n=12). первой вводили 1 мл физиологического раствора натрия хлорида. Остальные внутривенно, однократно получали 150 мг/кг йогексола, а спустя 30 минут третьей и четвёртой группам вводился диклофенак натрия в дозе 10 μM и 50 μM, соответственно, пятой группе вводили 50 μM ибупрофена, шестой вводился N-ацетилцистеин 3mM. Спустя 24 часа животные были эвтанированы, в стерильных условиях извлекались почки в гомогенатах тканей которых при помощи вестерн-блот определялось количество KIM-1. Результат считался статистически значим при $p < 0,05$.

Полученный результат. При сравнении показателя KIM-1 во второй группе установили рост на 280,79%, в третьей группе на 285,20%, в четвёртой группе на 382,72%, в пятой группе на 343,20%, а в шестой группе на 169,69% ($p < 0,001$) по отношению к контрольной группе. В третьей группе KIM-1 возрастает на 1,16%, в четвёртой группе на 26,77%, в пятой группе на 16,39%, а в шестой группе снижается на 29,18% ($p < 0,001$) по отношению к показателям, полученным во второй группе.

Выводы. Применение йогексола приводит к росту KIM-1, показатель которого значительно возрастает на фоне применения НПВС, особенно диклофенака натрия. Применение N-ацетилцистеина на фоне введения йогексола в значительной мере снижает показатель KIM-1 и препятствует развитию острой почечной недостаточности.

ВЛИЯНИЕ АГОНИСТОВ И АНТАГОНИСТОВ РЕЦЕПТОРОВ АЦЕТИЛХОЛИНА НА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ХЛОРА И ВОДОРОДА В НЕЙРОНАХ СРЕЗОВ ГИППОКАМПА ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ

Пеннер М.Л. [1]***, Пономарева Д.Н.*** [1]***, Брежестовский П.Д.*** [1,2]
[1] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**
[2] **Московский физико-технический институт, Долгопрудный**

Холинергическая система играет фундаментальную роль в регуляции возбудимости нейронов, синаптической пластичности и когнитивных функций ЦНС. Нарушения

холинергической нейропередачи ассоциированы с развитием тяжелых патологий, включая болезнь Альцгеймера и эпилепсию. Известно, что возбуждение нейронов способно индуцировать быстрые сдвиги внутриклеточных концентраций ионов хлора $[Cl^-]_i$ и водорода pH_i. Однако механизмы влияния специфических ацетилхолиновых рецепторов на ионный гомеостаз нервных клеток остаются малоизученными. Использование трансгенных животных, экспрессирующих генетически кодируемый ратиометрический биосенсор ClopHensor, открывает уникальную возможность для независимой регистрации динамики $[Cl^-]_i$ и pH_i в реальном времени без нарушения целостности клеточной мембраны.

Представленная работа посвящена изучению влияния агонистов и антагонистов ацетилхолиновых рецепторов на внутриклеточные концентрации хлора и водорода в нейронах срезов гиппокампа трансгенных мышей экспрессирующих ClopHensor - биосенсор позволяющий одновременную регистацию концентраций ионов Cl^- и H+.

Эксперименты проводили на срезах гиппокампа (350 мкм) трансгенных мышей линии C57BL/6N. Для модуляции рецепторов использовали карбахолин (50 мкМ), атропин (10 мкМ) и d-тубокурарин (50 мкМ). Синаптическую активность вызывали высокочастотной электрической стимуляцией коллатералей Шаффера. Флуоресцентные сигналы регистрировали на микроскопе Olympus BX51WI, оснащенном камерой iXon Life 897 с помощью программы DriveLEDs.

Было показано, что высокочастотная стимуляция коллатералей Шаффера (100 Гц, 5 сек.) вызывала двухфазное закисление цитозоля ($\Delta pH1 = 0,028 \pm 0,008$; $\Delta pH2 = 0,027 \pm 0,008$) и прирост $[Cl^-]_i$ на 1,34 ± 0,55 мМ. Соотношение фаз закисления составило в контрольных условиях 1,31 ± 0,19, а время восстановления половины амплитуды синаптически вызванных изменений концентраций внутриклеточного хлора - 10,4 ± 1,19 сек (n=5). Аппликация карбахолина приводила к падению базового pH_i на 0,125 ± 0,03 (n=6) и увеличению $[Cl^-]_i$ на 1,073 ± 0,58 мМ (n=6), а также снижала отношение фаз закисления (pH2/pH1 <1) и удлиняла время восстановления хлорного ответа. Селективный антагонист мускариновых рецепторов атропин (10 мкМ) полностью устранял базовые и вызванные эффекты карбахолина, возвращая параметры к исходным контрольным значениям. Антагонист никотиновых рецепторов d-тубокурарин (50 мкМ) не влиял на базовые уровни ионов.

Таким образом, полученные результаты позволяют предполагать, что холинергическая система принимает непосредственное участие в регуляции гомеостаза ионов хлора и водорода в нейронах гиппокампа, причем ключевую роль в этом процессе играют мускариновые рецепторы.

Работа поддержана грантом РНФ 26-15-00186.

УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ СНОМ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА

Перминова С.Г., Хабиби К.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Сон, его качество и продолжительность, имеют решающее значение для функционирования нервной системы и организма в целом. Наблюдения показывают, что далеко не всегда параметры реального сна молодых людей (длительность, время отхода ко сну, глубина сна и т.п.) соответствуют определяемым и рекомендуемым врачами-сомнологами параметрам. Студенты вузов, как правило, страдают от проблем с регулярностью, количеством и качеством сна. Когнитивные процессы, то есть активное мышление, беспокойство, тревога, планирование и анализ перед сном в значительной

степени коррелируют с бессонницей. Поведенческие факторы, такие как употребление алкоголя, кофеина, также отрицательно влияют на качество и количество ночного сна.

Цель данного исследования – анализ общей картины удовлетворенности собственным сном у лиц молодого возраста.

В опросе об удовлетворенности сном приняли участие 69 человек (62 девушки и 7 юношей, возраст 19-20 лет). Результаты опроса показали, что только 15 человек (21,8% от общего числа опрошенных) оказались довольны своим сном, не отмечали его расстройства, а если и вспоминали о каких-то проблемах со сном, то только как редкие, единичные случаи за всю жизнь. Еще 19 человек (27,5% от общего числа опрошенных) отметили, что сном удовлетворены не в полной степени, поскольку эпизоды нарушения сна были, чаще всего в подростковом возрасте. Половина опрошенных (35 человек, 50,7%) оценили свой сон, как неудовлетворительный, отмечая проблемы со сном и в прошлом, и в настоящем. Практически все опрошенные этой группы отмечали, что были эпизоды бессонницы, кошмарные сновидения, частые ночные пробуждения, снохождение, а также дневная сонливость на фоне плохого ночного сна. При этом связывают данные нарушения с ночным режимом работы, который меняет цикличность сна-бодрствования, с наличием соматических заболеваний (гипертония, эпилепсия, некоторые психические расстройства), состоянием стресса, злоупотреблением кофе и энергетиков. Интересно, что для улучшения сна многие из этой группы предпринимали определенные действия для улучшения сна, старались следить за режимом, вводили в режим больше физической активности, прогулки перед сном, встречались и те, кто корректировал сон с помощью лекарственных препаратов, в том числе противотревожного действия.

Таким образом, анализ общей картины удовлетворенности собственным сном у лиц молодого возраста показывает, что половина наших опрошенных не удовлетворены качеством своего сна, несмотря на попытки его улучшить.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЕРМАТОЗОИДОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ

Петров В.А.[1,2], Белов А.А.[1,2], Дерюгина Е.С.[1], Иващенко М.Н.[1,2]
[1] Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород
[2] Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород

В условиях интенсивного развития животноводства оптимизация методов искусственного осеменения становится приоритетной задачей. Перспективным и экологически безопасным способом повышения фертильности спермы крупного рогатого скота является фотомодуляция — воздействие на половые клетки низкоинтенсивным лазерным излучением. Применение лазерной интерференционной микроскопии открывает новые возможности для изучения микроморфологии сперматозоидов и механизмов воздействия на них лазерного излучения. Цель работы — исследование влияния низкоинтенсивного лазерного излучения (красный и ИК-диапазоны) на биологические показатели нативных сперматозоидов крупного рогатого скота с использованием метода лазерной интерференционной микроскопии.

Эксперименты проводили *in vitro.* Использовали образцы спермы быков-производителей в возрасте 3 лет, полученные непосредственно перед началом исследования. Эякулят разбавляли средой «BioXcell». Морфофункциональное состояние сперматозоидов

оценивали методом лазерной интерференционной микроскопии с помощью лазерного интерференционного микроскопа МИМ-340 (АО «ПО «УОМЗ» им. Э.С. Яламова»). Жизнеспособность сперматозоидов анализировали в нативных образцах и после воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) с длиной волны 650 и 830 нм (экспозиция 10 минут). Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента.

Методом фазово-интерференционной микроскопии установлено, что лазерное воздействие (особенно в ИК-диапазоне) позволяет сохранить нормальную морфологию сперматозоидов: овальную форму головки, тонкую среднюю часть и прямой хвост. Акросомальная область при этом занимает 50–70% клетки. Результаты доказывают эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения как инструмента для оптимизации методов консервации спермы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта №25- 26- 00263.

КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ Л.С. ВЫГОТСКОГО КАК ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ

Петров Г.Н.
Казанский инновационный университет им. В.Г. Тимирясова, Казань

Рационально-эмоциональная поведенческая терапия (РЭПТ), разработанная Альбертом Эллисом, основывается на положении о том, что эмоциональные и поведенческие реакции человека определяются не столько происходящими событиями, сколько убеждениями, посредством которых он интерпретирует действительность. Цель исследования – теоретически обосновать возможности применения культурно-исторической концепции Л.С. Выготского для понимания механизмов формирования убеждений и эмоциональной саморегуляции в методе РЭПТ.

Важное значение для анализа данного вопроса имеет положение Л.С. Выготского о знаковом опосредствовании высших психических функций. В работе «Мышление и речь» учёный раскрыл взаимосвязь речи и мышления, а также роль социального взаимодействия в развитии психики. В рамках культурно-исторического подхода слово выступает не только средством общения, но и психологическим орудием, участвующим в организации мышления и регуляции поведения. Данное положение позволяет рассматривать словесные оценки и внутренние высказывания как возможные механизмы интерпретации человеком жизненных обстоятельств.

Существенное значение имеет понятие интериоризации, обозначающее преобразование внешних форм взаимодействия во внутренние психологические процессы. В процессе воспитания и обучения ребёнок усваивает требования, оценки и нормативные предписания, транслируемые значимыми взрослыми и социальной средой. Постепенно они могут становиться элементами внутренней речи и участвовать в формировании устойчивых представлений о себе, окружающих людях и допустимых способах поведения.

Например, требования постоянно добиваться успеха, избегать ошибок или соответствовать ожиданиям окружающих могут закрепляться в виде категоричных убеждений: «Я должен всегда добиваться успеха!», «Ошибка доказывает мою несостоятельность!», «Я не могу вынести неодобрения!». Подобные установки способны влиять на интерпретацию событий и усиливать эмоциональное напряжение.

В модели A-B-C Альберта Эллиса выделяются активирующее событие (A), убеждения и интерпретации (B), а также эмоциональные и поведенческие последствия (C). Сопоставление этой модели с идеями Л.С. Выготского позволяет выдвинуть предположение, что внутренняя речь и усвоенные социальные оценки могут участвовать в формировании убеждений, опосредствующих эмоциональное реагирование. Так, неудача может восприниматься как временная трудность либо интерпретироваться как свидетельство собственной несостоятельности. Различия в оценке сходных обстоятельств обусловливают возможность различных эмоциональных и поведенческих реакций.

В контексте РЭПТ работа с убеждениями предполагает выявление категоричных требований, анализ их обоснованности и формирование более гибких способов интерпретации действительности. С позиции культурно-исторического подхода данную работу можно рассматривать как возможность осознанного пересмотра привычных форм внутреннего диалога. Рациональные убеждения при этом не исключают негативных эмоций, а способствуют более реалистичной оценке трудностей и уменьшению их катастрофизации.

Таким образом, концепция Л.С. Выготского создаёт теоретическую перспективу для изучения социального происхождения убеждений и роли внутренней речи в эмоциональной саморегуляции. Дальнейшие исследования могут быть направлены на выявление взаимосвязей между интериоризированными речевыми установками, содержанием убеждений и эмоциональными реакциями в контексте РЭПТ.

НОВЫЕ ПУТИ РЕГУЛЯЦИИ СЕКРЕЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ, ОПОСРЕДУЕМЫЕ ГАМК И ЭНДОКАННАБИНОИДАМИ

Петров К.А.[1], Невский Е.С.[2], Самигуллин Д.В.[2], Маломуж А.И.[2]
[1] Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань
[2] Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань

Нервно-мышечный синапс (НМС) является классической нейрофизиологической моделью для изучения синаптической передачи, которая находится в фокусе интересов нейрофизиологов уже более века. Однако, хотя высвобождение ацетилхолина (АХ) и синаптическая передача хорошо охарактеризованы у взрослых, данные по новорожденным животным остаются скудными, в значительной степени из-за методологических трудностей проведения экспериментов. Таким образом, НМС новорожденных животных остаются, в некоторой степени, «*terra incognita*», что позволяет надеяться при их изучении на возможность получения новых данных, не известных для НМС взрослых животных.

Некоторое время назад, нами были выявлены два новых пути регуляции секреции АХ в НМС новорожденных (P2) и молодых (P14) мышей, опосредуемых эндогенно выделяющейся ГАМК или эндоканнабиноидами. Путь регуляции секреции, опосредуемый ГАМК, включает метаботропные ГАМК-Б рецепторы, активация которых у мышей возраста P2 приводит с к снижению секреции АХ, а у мышей возраста P14 к увеличению секреции АХ. Путь регуляции секреции, опосредуемый эндоканнабиноидами включает CB1 рецепторы, но также требует наличия активных ацетилхолиновых рецепторов мышечного типа, что предполагает реализацию одного из вариантов ретроградной постсинаптической регуляции секреции АХ. Интересно отметить, что эффекты блокады CB1 рецепторов потенцируются при блокаде фермента бутирилхолинэстеразы. Поскольку способность гидролизовать эндоканнабиноиды ранее для бутирилхолинэстеразы была в условиях *in vitro* описана, то можно говорить о выявлении её новой физиологической роли, заключающейся в контроле времени жизни экстраклеточных эндоканнабиноидов.

Работа поддержана грантом РНФ №24-15-00249.

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИЕЛИНИЗИРОВАННЫХ ВОЛОКОН СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА МЫШЕЙ ПОСЛЕ 30 СУТОК КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА НА БИОСПУТНИКЕ «БИОН-М2»

Петрова К.А. [1]***, Максимов Д.М.*** [2]***, Тяпкина О.В.*** [1,2]
[1] **Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань**
[2] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**

Проведение экспериментов на биоспутнике «БИОН-М2» с животными, подвергшимися воздействию факторов реального космического полёта, позволяет изучать морфологические и молекулярно-генетические эффекты в различных органах и системах. Седалищный нерв – самая крупная ветвь крестцового сплетения млекопитающих, иннервирующая мышцы нижней конечности. Целью работы было морфометрическое исследование миелинизированных волокон седалищного нерва мышей после 30-суточного космического полёта и реадаптации в рамках проекта «БИОН-М2».

Эксперименты проводили на половозрелых самцах мышей линии C57BL/6: виварийный контроль и группы реадаптации после космического полёта (1, 5 и 30 суток). Кроме того, исследовали мышей с нокаутом гена Nrf2, находившихся в виварии, и мышей с нокаутом гена Nrf2 в период 1 суток реадаптации после 30-суточного полёта. Для морфометрического анализа седалищного нерва использовали полутонкие срезы, окрашенные метиленовым синим. Для оценки миелинизации аксонов использовали криостатные срезы, окрашенные флуоромиелином. Статистическую обработку проводили в Origin 2019b с использованием непараметрического дисперсионного анализа Краскела-Уоллиса (при $p \leq 0,05$).

В постполётных группах с реадаптацией 1, 5 и 30 суток различий средних значений площадей аксонов по сравнению с контролем не установлено, но выявлены достоверные различия по медианам и перераспределение значений, что потребовало детализации анализа по зонам пучков и размерам волокон. Установлено достоверное уменьшение в икроножном пучке (n. suralis) после 5-суточной реадаптации общей площади миелинизированного аксона, площади миелина и площади осевого цилиндра. Исследование микрофотографий седалищного нерва, окрашенного флуоромиелином, выявило тенденцию к уменьшению средних значений интенсивности свечения в период реадаптации после полёта. Статистический анализ выявил достоверные различия распределения средних значений площадей нервных волокон, аксона и миелина у мышей с нокаутом гена Nrf2 по сравнению с виварийным контролем. Более существенное уменьшение этих параметров отмечено у мышей с нокаутом Nrf2 после космического полёта. Изменение интенсивности свечения флуоромиелина установлено только у мышей с нокаутом Nrf2 после полёта.

Таким образом, в ходе космического полёта и реадаптации могут трансформироваться процессы демиелинизации и ремиелинизации, а 5-суточный период реадаптации может быть недостаточен для восстановления морфологии нерва. Кроме того, у животных с повышенным уровнем окислительного стресса развиваются более выраженные изменения в седалищном нерве.

НОКАУТ ПАННЕКСИНА 1 ОСЛАБЛЯЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ И ПОРТАЛЬНОЙ ВЕНЫ ПРИ ДВУХНЕДЕЛЬНОМ ОБСТРУКТИВНОМ ХОЛЕСТАЗЕ У МЫШЕЙ

Печкова М.Г. [1]***, Кирюхина О.О.*** [2]***, Смиренная С.К.*** [3]***, Кисляков И.О.*** [3]***, Иванов Е.В.*** [3]***, Тарасова О.С.*** [1,3]

[1] **Институт медико-биологических проблем РАН, Москва**

[2] **Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва**

[3] **Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва**

Обструктивный холестаз (ОХ) приводит к повреждению и фиброзу печени, повышению портального давления и структурно-функциональным изменениям портальной сосудистой системы. Паннексин 1 (Panx1) формирует каналы для выхода АТФ из клетки и участвует в регуляции многих физиологических и патологических процессов, однако его роль в изменениях печени и портальной гемодинамики при ОХ изучена мало. Целью исследования являлось изучение участия Panx1 в развитии фиброза в печени и в функциональных изменениях портальной вены при ОХ, вызванном перевязкой общего желчного протока на 2 недели.

У самцов мышей двух линий – с нокаутом Panx1 (KO) и C57Bl/6J (WT) – проводили перевязку общего желчного протока (ОХ) или ложную операцию. Через 2 недели животных эвтаназировали, оценивали биохимические показатели крови, методом количественной ПЦР анализировали уровень экспрессии *Panx1* в печени и портальной вене и генов-маркеров фиброза в ткани печени. Степень фиброза в печени оценивали по площади соединительной ткани на изображениях криосрезов, окрашенных трихромом по Массону. Функциональное состояние портальной вены исследовали методом изометрической миографии.

Экспрессия Panx1 в печени и портальной вене мышей WT при ОХ была повышенной, что предполагает его роль в развитии печеночных и сосудистых изменений при этой патологии. ОХ вызывал сходное снижение массы тела, увеличение относительной массы печени, а также уровней АЛТ, ЩФ, общего холестерина и прямого билирубина у мышей WT и KO, однако повышение уровня общего билирубина у WT было более выраженным. Несмотря на одинаковое повышение экспрессии маркеров фиброза (*Col1a1, Mmp2* и *Acta2*) при ОХ у мышей WT и KO, гистологический анализ выявил более выраженное накопление соединительной ткани в печени мышей WT по сравнению с KO.

При проведении функциональных тестов было выявлено, что при ОХ только у мышей WT наблюдается увеличение максимальной силы сокращения портальной вены на агонист α_1-адренорецепторов фенилэфрин (отражает гипертрофию ГМК в стенке сосуда). Кроме того, также только в группе WT при ОХ наблюдалось уменьшение реакций расслабления на ацетилхолин (признак эндотелиальной дисфункции).

Таким образом, при ОХ, развивающемся у мышей в течение 2 недель, нокаут Panx1 сглаживает развитие фибротических изменений в печени и предотвращает развитие патологических изменений портальной вены.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № FFNU-2025-0046.

ДИНАМИКА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРА И ВОДОРОДА ПРИ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ГИППОКАМПА

Пономарева Д.Н. [1]***, Жилинская А.П.*** [2]***, Брежестовский П.Д.*** [1,2]
[1] **Казанский государственный медицинский университет, Казань**
[2] **Московский физико-технический институт, Долгопрудный**

Поддержание ионного гомеостаза необходимо для нормального функционирования нейронов. Особое значение имеют трансмембранные градиенты Cl^- и H^+, поскольку они определяют возбудимость клетки, эффективность торможения и пластичность синаптической передачи. В нейронах млекопитающих внутриклеточная концентрация Cl^- ($[Cl^-]i$) обычно составляет около 5–10 мМ, тогда как внеклеточная –примерно 120 мМ. Этот градиент создаёт электрохимические условия для ГАМК-ергической синаптической передачи. Внутриклеточный pH (pHi) также строго регулируется и поддерживается в физиологическом диапазоне 7,0–7,4 благодаря работе мембранных транспортёров и внутриклеточных ферментативных систем, включая карбоангидразы. Изменения $[Cl^-]i$ и pHi сопровождают интенсивную нейрональную активность, однако особенности их динамики при эпилептиформных событиях изучены недостаточно.

Целью работы было исследование изменений $[Cl^-]i$ и pHi в нейронах CA1 гиппокампа при синаптической и эпилептиформной активности, а также оценка действия этоксзоламида (EZA), ингибитора карбоангидразы. Эксперименты проводили на срезах гиппокампа трансгенных мышей с использованием оптического сенсора ClopHensor, позволяющего одновременно регистрировать оба параметра в одной клетке. В области CA1 одновременно измеряли $[Cl^-]i$, pHi и локальные полевые потенциалы. Синаптические ответы вызывали стимуляцией коллатералей Шаффера (100 Гц). Эпилептиформную активность моделировали с помощью 4-аминопиридина (4-АП, 100 мкМ). Дополнительно оценивали эффект EZA.

Стимуляция коллатералей Шаффера вызывала увеличение $[Cl^-]i$ и закисление цитоплазмы; амплитуда обоих ответов возрастала с увеличением длительности стимуляции. После стимуляции (100Гц, 5 с) константы времени восстановления составляли 11,0 ± 0,7 с для $[Cl^-]i$ и 69,1 ± 2,2 с для pHi (n = 5).

В модели с 4-АП эпилептиформные события сопровождались накоплением Cl^- ($\Delta[Cl^-]i$ = 36,2 ± 1,8 мМ) и закислением цитоплазмы ($\Delta pHi = -0,28 \pm 0,01$; n = 18). Изменение pHi имело двухфазный характер: вторая фаза закисления развивалась в период восстановления $[Cl^-]i$. Константы времени восстановления составляли 84,1 ± 3,2 с для $[Cl^-]i$ и 195,1 ± 16,4 с для pHi, указывая на более продолжительные изменения внутриклеточного pH по сравнению с Cl^-.

EZA снижал базальный pHi, не вызывая заметного изменения базальной $[Cl^-]i$. В модели с 4-АП, EZA (50 мкМ) обратимо подавлял вызванные стимуляцией эпилептиформные разряды, что сопровождалось уменьшением ионных сдвигов: $\Delta[Cl^-]i$ составляло 1,3 ± 0,4 мМ, а ΔpHi — −0,023 ± 0,004 (n = 6).

Таким образом, синаптическая стимуляция и эпилептиформная активность вызывают увеличение $[Cl^-]i$ и закисление цитоплазмы, при этом оба параметра характеризуются различной временной динамикой: изменения pH развиваются и восстанавливаются медленнее, чем изменения Cl^-. EZA обратимо подавляет эпилептиформную активность в модели с 4-АП, что сопровождается уменьшением ионных сдвигов. Полученные данные подчёркивают взаимосвязь Cl^-- и pH-гомеостаза при гипервозбудимости и демонстрируют, что ClopHensor позволяет одновременно регистрировать изменения внутриклеточных Cl^- и pH и сопоставлять их динамику в нейронах гиппокампа.

Работа поддержана грантом 26-15-00186.

КОМПЛЕКСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ ЦНС В КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПОСЛЕ СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ

Порынова Д.В., Шелкович Д.Р., Балыкин М.В.
Ульяновский государственный университет, Ульяновск

Введение. В России ежегодно фиксируется порядка 200 тысяч случаев травм позвоночника. Зачастую функциональные ограничения заключаются в неспособности к самостоятельному передвижению.

Цель исследования: в рамках клинического случая оценить возможности сочетанного использования транскраниальной магнитной, чрескожной электрической стимуляции спинного мозга и электромиостимуляции нижних конечностей в коррекции двигательных функций после позвоночно-спинномозговой травмы.

Материалы и методы. В пилотном исследовании участвовал пациент с последствиями спинномозговой травмы: ушиб-сдавление спинного мозга тяжелой степени на уровне Th11-12, L1, с признаками нижнего парапареза в проксимальном отделе и плегией – в дистальном. Пациент способен самостоятельно, с использованием опоры, встать с кровати и удерживать равновесие с опорой на ходунки.

Коррекционные воздействия включали 12 процедур последовательного применения транскраниальной магнитной стимуляция (ТМС), с частотой 20*10,0 Гц в проекции первичной моторной зоны коры головного мозга на протяжении 14 минут. В течение последующих 5 минут после проведения ТМС, велась подготовка для чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) с наложением стимулирующих электродов на уровне Th11-12 позвонков, с частотой 30 Гц, силой тока 34-48 мА и длительностью до 30 минут. После 10-минутного перерыва с момента завершения ЧЭССМ начиналась процедура электромиостимуляции (ЭМС) четырёхглавых мышц бедра, передних большеберцовых и икроножных мышц голени с использованием комплекса «Cosyma Neostim-16» (сила тока от 34 до 71 мА), угловых датчиков сгибания коленного сустава и подвесной системы «Орторент» в течение последующих 30 минут. Изменения двигательных функций оценивали по шкале реабилитационной маршрутизации (ШРМ), индексу мобильности Ривермид, шкале Рэнкина, шкале оценки степени пареза и мышечной силы.

Результаты и обсуждение. После проведения сочетанного курса стимуляционных методик по шкале ШРМ отмечается положительная динамика (-1 балл): пациент удерживает позу в ортезах без дополнительных средств опоры на протяжении 5 минут и передвигается с использованием ходунков по коридору отделения. Сила мышц нижних конечностей возросла на 1 балл, степень пареза в проксимальных отделах уменьшилась до умеренного (2 балла).

Заключение. Курс последовательных стимуляций различных отделов ЦНС приводит к улучшению локомоторных функций и нейромышечных связей, увеличению двигательных способностей пациента. Исследование предполагает расширение выборки пациентов, уточнение и детализацию режимов стимуляционных воздействий для ее использования в реабилитационных мероприятиях при нарушениях двигательных функций после позвоночно-спинномозговых травм.

ВОЗДЕЙСТВИЕ SARS COV-2 НА ОБОНЯТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ ЧЕЛОВЕКА И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АНОСМИИ, ВЫЗВАННОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Посаженников М.П., Мухамедзянов Р.Д.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Спустя пять лет после начала пандемии SARS-CoV-2 стойкая аносмия сохраняется у некоторой части пациентов. На начало 2026 года существует множество способов терапии аносмии, однако актуальной остается проблема определения наиболее эффективных из них.

Цель: изучить современные методы лечения постковидной аносмии и выделить среди них наиболее результативные.

Материалы и методы: Аналитическая работа с литературой из базы PubMed.

Результаты: SARS-CoV-2 поражает поддерживающие клетки обонятельного эпителия, экспрессирующие рецепторы ACE2 и NPR1. Вследствие этого нарушается работа нейронов. Современные методы лечения аносмии, вызванной SARS-CoV-2 инфекцией, направлены на снижение воспаления поддерживающих клеток обонятельного эпителия, запуск нейрогенеза для восстановления обоняния.

Для лечения аносмии, в качестве медикаментозного лечения, можно использовать кортикостероиды. ГКС способствуют выработке противовоспалительных цитокинов после повреждения, вызванного вирусом SARS-CoV2, а также снижают локальные воспаления в обонятельном эпителии, снижая концентрацию АФК. ГКС стоит применять только при лечении короткими курсами, т. к. существуют побочные эффекты, ограничивающие их постоянное применение. Одним из эффективных неинвазивных методов лечения постковидной аносмии является комбинация тренировки обоняния (ОТ) с приемом комплекса пальмитоилэтаноламида и лютеолина. Осуществление только обонятельной тренировки или только приема PEA+LUT не приносит таких результатов, как их сочетание. ОТ включает в себя последовательное воздействие 4 запахов (роза, лимон, гвоздика, эвкалипт)- стимуляция запахами приводит к повышению рецепторной чувствительности, а также, за счет напряжения когнитивной функции пациента при вдыхании одорантов, наблюдается рост обонятельной луковицы и соответствующей части коры в ГМ, т.е последовательное применение одорантов оказывает положительное влияние на нейропластичность. PEA+LUT снижает уровень АФК, а также оказывает противовоспалительный эффект на обонятельный эпителий и сами нейроны, что облегчает нейроремоделирование. Еще одним методом лечения постковидной аносмии являются инъекции в назальную полость обогащенной тромбоцитами плазмы. PRP-терапия эффективна из-за большого количества тромбоцитов, способных к выработке специфичных факторов роста, которые крайне положительно влияют на нейропластичность и снижение воспаления обонятельного эпителия, серьезных побочных эффектов при лечении не обнаружено. Однако PRP-терапия не является универсальным методом с абсолютной эффективностью при лечении аносмии, т.к. еще не существует стандартизированного протокола лечения с выверенной продолжительностью, конкретной концентрацией тромбоцитов в крови и т.д. Наиболее перспективным методом лечения представляется комбинация ОТ и PRP- терапии, но для подтверждения такого способа лечения нужны

Вывод: На данный момент, эффективными методами лечения считаются: терапия с использованием ГКС, PRP-терапия, обонятельная тренировка в сочетании с PEA+LUT. Комплексное применение ОТ и PRP-терапии выглядит крайне многообещающе, но нужны исследования, подтверждающие это.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАВМЫ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА НА ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МЫШЕЙ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ»

Рагинов А.И., Султанов М.Т., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Повреждения периферических нервов на сегодняшний день составляют 3–9% среди всех травм опорно-двигательного аппарата. В России ежегодно регистрируется 150–700 тыс. случаев повреждений периферической нервной системы. Восстановление организма после травмы периферического нерва — длительный процесс, требующий от пациента терпения и регулярного посещения медицинского специалиста. К сожалению, применяемые сегодня подходы для восстановления после травмы периферических нервов недостаточно эффективны — инвалидизация при травмах нерва достигает 60%.

Модели нейротравмы на лабораторных животных применяются для изучения механизмов посттравматической регенерации и разработки эффективных подходов к терапии нейротравм. Один из подходов к оценке состояния лабораторных животных после экспериментальной нейротравмы заключается в оценке динамики двигательных показателей в поведенческих тестах. Целью настоящего исследования стал анализ поведенческой активности мышей после экспериментальной травмы периферического нерва в тесте «Открытое поле».

Были сформированы две группы мышей: дикий тип (n = 10) и группа мышей с травмой седалищного нерва (группа с травмой) (n = 9). На подготовительном этапе проводилось поведенческое тестирование всех групп до операции для получения контрольных точек. После нанесения травмы поведенческие тесты проводились на протяжении 29-ти дней. Протокол проведения теста «Открытое поле»: мышь помещали в центр арены и в течение трёх минут подсчитывали количество пересечённых линий (горизонтальная активность), вертикальных стоек (вертикальная активность, отражает неспецифическую возбудимость), заглядываний в отверстия (исследовательская активность). Травма была нанесена на третий день эксперимента. Под анестезией после обеспечения доступа седалищный нерв пережимали прямым иглодержателем по Кальту в течение тридцати секунд, после чего края раны ушивали. Поведенческое тестирование проводилось в тесте «Открытое поле». Сравнение независимых групп проводили с помощью теста Манна — Уитни; данные представлены как среднее ± стандартная ошибка. За 100 % были приняты базовые показатели, полученные на 1-й день эксперимента.

У мышей дикого типа горизонтальная активность повысилась к 6-му дню эксперимента и сохранялась на повышенном уровне до конца эксперимента. У мышей с травмой наблюдалось снижение горизонтальной активности, которое было наиболее выражено на 9-й день после травмы и составляло 58% от нормы. На 32-й день показатели группы с травмой возвращаются к базовому уровню. У мышей дикого типа показатели вертикальной активности достоверно не менялись. У мышей с травмой наблюдалось снижение вертикальной активности до 35% от нормы на 3-й день после травмы. К концу эксперимента показатели имеют некоторое восстановление. Исследовательская активность у мышей дикого типа имеет тенденцию к повышению, но в конце эксперимента наблюдалось её снижение. У мышей с травмой на 3-й день после травмы показатели уменьшаются до 37% от нормы, после чего наблюдается некоторое восстановление данного показателя.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что тест «Открытое поле» может использоваться для оценки двигательной и исследовательской активности мышей после экспериментальной травмы седалищного нерва.

РАЗЛИЧИЕ РЕФЛЕКТОРНЫХ РЕАКЦИЙ МИОМЕТРИЯ В ОТВЕТ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ СТИМУЛЯЦИЮ В ПОСТУВОЛЯТОРНУЮ ПОЛОВИНУ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА КРЫСЫ

Раткин А.А., Руткевич С.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Разорвавшийся фолликул после овуляции подвергается лютеолизу, развивающееся желтое тело вырабатывает прогестерон, уровень которого постепенно растет во вторую половину менструального цикла. Именно в этот период до 80% женщин репродуктивного возраста сталкиваются с дисменореей, сопровождающейся интенсивным болевым синдромом. Степень изученности чувствительности миометрия к различным стимулам, в том числе к механическим воздействиям in vivo, остается недостаточной. Для оценки изменений, вызванных давлением нейлоновым монофиламентом (d=0,3 мм) в течение 3-ех секунд на стенку матки у беспородных белых крыс проводили электрогистерографию в остром опыте под уретановым наркозом (1г/1кг), с расположением биполярного отводящего электрода на средней трети левого рога матки крыс в фазах метэструс (n=4) и диэструс (n=5), то есть в фазах, сопоставимых с лютеиновой фазой менструального цикла. Регистрацию осуществляли с помощью канала для полиграфической регистрации прибора «Нейрон-Спектр-4П» («Нейрософт» Россия).

Спонтанный электрогенез миометрия в метэструс характеризовался следующими параметрами: максимальная амплитуда 77±4 мкВ, средняя амплитуда 30 мкВ, средняя частота осцилляций 2±0,3 Гц, залпы моторной активности формировались 1 раз в 28 с и их длительность в среднем равнялась 35±2 с. Первая и вторая механические стимуляции в метэструс привели к увеличению средней продолжительности периодов покоя между залпами до 32 с (p=0,015) и 41с (p=0,3) соответственно. После третьего воздействия длительность периодов покоя также достоверно увеличилась до 106 с (p=0,006), но также сопровождалась увеличением значений максимальной амплитуды до 109±8 мкВ (p=0,01) и частоты осцилляций до 2,7±0,2 Гц. В диэструс фоновая электрическая активность также выражалась в формировании залпов длительностью в среднем 39 с, с периодичностью один раз в 28 с (от 16 с до 58 с), частота моторных потенциалов равнялась 2,4 Гц, а максимальная амплитуда достигала 66±8 мкВ. Первое и второе давление нейлоновым монофиламентом достоверных изменений в значениях параметров электрогенеза. Третье давление вызвало увеличение длительности периодов покоя до 46 с (от 41 с до 63 с), что достоверно при p=0,007. Стоит отметить, что в отдельных экспериментах механическое воздействие вызывало угнетение электрической активности и снижение амплитудно-частотных показателей в фазу диэструс.

Таким образом, метэструс характеризуется усилением электрической активности миометрия в ответ на механическую стимуляцию стенки матки, а в диэструс механическое воздействие изменений электрогенеза не вызывает. Как метэструс, так и диэструс реагируют на механостимуляцию увеличением длительности периодов покоя между залпами активности.

ЦИТОКИНЫ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ И ИХ РОЛЬ В НЕЙРОВОСПАЛЕНИИ

Рахманова Д.Н., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Нейровоспаление - один из компонентов патогенеза бокового амиотрофического склероза (БАС), тесно связанное с дегенерацией мотонейронов. Цитокины и хемокины являются ключевыми медиаторами этого процесса, однако их роль в патогенезе БАС остаётся недостаточно изученной. В работе обобщены данные о роли цитокинов в развитии нейровоспаления при БАС.

Воспалительные процессы при БАС опосредованы растворимыми факторами — цитокинами, участвующими как в стимуляции, так и в подавлении воспаления. Изучают провоспалительные (IL-18, IL-6, TNF-α, IL-1β, IFN-γ, IL-5) и противовоспалительные (IL-10, TGF-β, IL-4, IL-9) цитокины, а также цитокины, иммунорегуляторная роль которых активно изучается в центральной нервной системе (ЦНС) - IL-1, IL-6, IL-33 и IL-11. Микроглия и астроциты играют важную роль в нейровоспалительном процессе, тогда как эндотелиальные клетки и инфильтрирующие ЦНС иммунные клетки способствуют нейровоспалению при повреждении гематоспинального барьера. При исследовании посмертной ткани спинного мозга пациентов с БАС обнаружили повышение уровней IL-1α, IL-1β, а уровень TNF-α при этом статистически значимо не отличался от контроля. В другом исследовании выявили IL-1β- и TNF-α-положительные макрофаги/микроглию, а также IL-17A-положительные Т-лимфоциты и тучные клетки в сером веществе спинного мозга. Микроглиальная гиперактивация тесно связана с секрецией провоспалительных цитокинов, фагоцитозом повреждённых нейронов и формированием нейротоксического микроокружения. В экспериментальной модели БАС у мышей SOD1G93A в спинном мозге обнаружено повышение IL-1β на поздней стадии заболевания. В другой работе сверхэкспрессия TGF-β1 астроцитами ускоряла прогрессирование болезни у мышей SOD1G93A. Таким образом, избыточная продукция TGF-β1 астроцитами может усугублять течение заболевания в данной модели. Результаты моделей нельзя напрямую приравнивать к данным у пациентов Повышение содержания цитокинов и выявление клеток с соответствующей иммунореактивностью характеризуют воспалительный профиль, но сами по себе не доказывают причинную роль этих медиаторов. Эксперимент с TGF-β1 показывает влияние конкретного вмешательства на течение болезни у мышей.

Таким образом цитокины участвуют в формировании воспалительного микроокружения спинного мозга при БАС, а провоспалительные медиаторы способствуют повреждению мотонейронов. Однако действие цитокинов нельзя обобщать как исключительно провоспалительное или противовоспалительное: оно зависит от клеточного источника, стадии заболевания и модели.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2026 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан (соглашение № 13 от 05 августа 2026 года).

КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ СЕРОТОНИНА ПРИ ГЕМОЛИТИКО-УРЕМИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ У ДЕТЕЙ

Реджепов Э.Б.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Гемолитико-уремический синдром (ГУС) часто является основной причиной острой почечной недостаточности у детей, с последующим развитием хронической патологии почек. При атипичном ГУС первый эпизод и у половины пациентов ведет к необратимому повреждению почек, что требует поиска ранних предикторов неблагоприятного прогноза. Патогенез связан с повреждением эндотелия и агрегацией тромбоцитов, высвобождающих серотонин, который усиливает воспаление и фиброз в почках. У детей с ГУС уровень серотонина в плазме растет, а в тромбоцитах снижается, но роль этих изменений изучена слабо. Также при COVID-19 наблюдается повышение серотонина, что указывает на общие механизмы при воспалении.

Цель – оценка динамики серотонина и его метаболита у детей с ГУС и определение их прогностических значений для развития ХБП.

Материалы и методы. Проведен ретроспективный анализ 89 историй болезни детей с типичным ГУС. В проспективное исследование включен 31 ребенок с острым заболеванием (средний возраст 3,2 года) и 26 здоровых детей. Диагноз подтвержден триадой: анемия, тромбоцитопения, острая почечная недостаточность. Уровни серотонина и его метаболита 5-ГИУК в плазме, а также содержание серотонина в тромбоцитах определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в начале болезни, перед выпиской и через год.

Результаты. В остром периоде у детей с ГУС уровень серотонина в плазме был резко повышен, а в тромбоцитах снижен по сравнению с контролем ($p < 0{,}001$). Через год плазменный серотонин превышал норму в десятки раз, тромбоцитарный оставался ниже нормы. Соотношение 5-ГИУК/серотонин в начале было высоким, затем снизилось, отражая активное высвобождение серотонина и замедление его распада. Хроническая болезнь почек развилась у 11 детей (35,4%). У них уровень серотонина в плазме был выше, чем у детей без хронической болезни почек, как в остром периоде, так и через год ($p < 0{,}001$). Через год у этих детей тромбоцитарный серотонин оставался крайне низким, а у детей без хронической болезни почек наметилось его восстановление. Чем тяжелее стадия хронической болезни почек, тем выше был плазменный и ниже тромбоцитарный серотонин.

Вывод. При гемолитико-уремическом синдроме у детей повреждение эндотелия сопровождается высвобождением серотонина из тромбоцитов, что приводит к повышению его концентрации в плазме и длительному дефициту в самих клетках. У пациентов с исходом в хроническую болезнь почек подобные сдвиги носят более стойкий и выраженный характер. Показатель серотонина может выступать дополнительным критерием почечного повреждения и способствовать выделению группы риска по неблагоприятному прогнозу.

ИЗМЕНЕНИЕ ПАТТЕРНА РЕФЛЕКТОРНОГО ОТВЕТА МИОМЕТРИЯ ПОСЛЕ СТИМУЛЯЦИИ ПОЛОВЫХ ПУТЕЙ САМКИ КРЫСЫ

Реут П.Г., Руткевич С.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Общеизвестно, что стадии эстрального цикла находится под гуморальным контролем, имеющим широкий спектр действия. Однако механизмы изменения рефлекторной реакции миометрия остаются малоизученными и имеют высокую научно-практическую значимость. В связи с этим целью нашего исследования являлась оценка влияния забора цитологических образцов из половых путей самки крысы на формирование рефлекторного ответа миометрия в фазу эструса и метэструса.

Материалы и методы. Эксперименты проводились на 14 половозрелых не беременных крысах массой 243±8 г. «Острые опыты» проводились под уретановым наркозом (1,5 – 2 г/кг). Проводили лапаротомию, извлекали петли кишечника для лучшего доступа к матке. Регистрацию электрической активности матки осуществляли при помощи прижимных биполярных хлорсеребряных электродов. Регистрировали спонтанную электрическую активность миометрия в течение 20-25 минут. Затем осуществляли забор биоматериала из половых путей самки. После проведенных манипуляций регистрировали электрическую активность миометрия в течение 20-25 минут. Анализировали длительность залпов осцилляции (с), продолжительность электрофизиологического покоя (с), максимальную амплитуду моторных потенциалов (мкВ) и среднюю частоту (Гц). Для определения фазы эстрального цикла у животных проводили цитологическое исследование полученных образцов биоматериала, окрашенных красителем Романовского в течение 2 минут. После проверки данных на нормальность распределения статистическую обработку проводили в программе Exel с применением t-критерия Стьюдента. ЭГГ регистрировали с помощью канала для полиграфической регистрации прибора «Нейрон-Спектр-4/П» («Нейрософт» Россия).

Результаты исследования. В ходе цитологического анализа было определено, что у 8 самок была фаза эструса, а 6 – фаза метэструса. В фазу эструса длительность залпов осцилляций составляла 43(19;52) с, с максимальной амплитудой – 134±23 мкВ. Средняя частота была в диапазоне 4±1,1 Гц. Продолжительность периода электрофизиологического покоя – 68(35;282) с. После взятия цитологического материала из влагалища в данную фазу цикла значительно уменьшилась амплитуда ЭГГ (до 10±2 мкВ; $P < 0,05$), длительность периодов покоя, наоборот, увеличивалась до 20-30 минут регистрации. В фазе метэструса длительность залпов моторных потенциалов составила 30(15;45) с, длительность покоя – 37(26;50) с. Максимальная амплитуда была в диапазоне 116±39 мкВ, а средняя частота – 1,8±0,5 Гц. После забора биоматериала длительность формирования залпов осцилляций увеличилась до 64(40,70) с, как и увеличились значения максимальной амплитуды – до 160±19 мкВ. Длительность «паузы» не изменилась (35(29;53) с), как и значения средней частоты – 1,5±0,4 Гц.

Заключение. Рефлекторный отклик миометрия в ответ на раздражение рецепторов при механическом воздействии на стенку половых путей в фазу эструса и метэструса был разнонаправленным. В фазу эструса уменьшилась амплитуда электрической активности миометрия, и отмечалось увеличение длительности периодов покоя. В фазу метэструса после манипуляций значения максимальной амплитуды и длительности залпов увеличились.

СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТРЕВОЖНОСТИ ЧЕРЕЗ РАБОТУ С ТЕЛОМ

Рождественская А.С.
Казанский инновационный университет им. В.Г.Тимирясова, Казань

В современной психологии проблема тревожности и стресса занимает одно из центральных мест. В России, по данным ВЦИОМ за декабрь 2025 года, индекс стресса составил 50,6 пункта из 100, что на 8,8 пункта выше, чем в 2022 году. В психологии тревогу рассматривают как ситуативное эмоциональное состояние и тревожность как личностную черту. Тревога характеризуется как беспредметное, диффузное состояние опасения, в то время как страх всегда связан с конкретным объектом. Н.Д. Левитов определяет беспокойство и тревогу как психическое состояние, вызываемое возможными или неприятными ситуациями и выражающееся в специфических переживаниях опасения и волнения.

Когда мы испытываем стресс, наш мозг (а именно – миндалевидное тело) воспринимает ситуацию как угрозу. В науке феномен тревожности и тревоги исследуют часто в междисциплинарном ключе. Нейробиология и психофизиология (Г. Селье) изучают биологические механизмы тревоги, системы стресса, уровни кортизола и нейромедиаторов. Бихевиоризм и поведенческая терапия (Дж. Уотсон, Дж. Вольпе) рассматривают тревогу как условный рефлекс. Науки об обществе (социология, культурология) анализируют стресс и тревогу как факторы общественной жизни через культурные коды.

Междисциплинарный подход к анализу тревожности и стресса предполагает наличие каких-то социокультурных регуляторов для снижения тревожности. Однако есть ряд исследователей, которые считали адекватным регулятором перевод стресса в физические упражнения. Так, Вильгельм Райх и Александр Лоуэн являются одними из пионеров телесно-ориентированного подхода. Они заметили, что хронические мышечные зажимы блокируют не только физическое напряжение, но и связанные с ним эмоции, в том числе тревогу. Райх рекомендовал последовательно работать с телесными блоками через целенаправленные манипуляции, глубокий массаж и специальные дыхательные упражнения. Другой исследователь Д. Райли на примере йоги указывал, что эта практика усиливает связь между разумом и телом, модулируя вегетативную нервную систему (снижая симпатический тонус, который активируется при стрессе, и одновременно стимулируя лимбическую систему, связанную с эмоциями).

Таким образом, снижение тревожности через работу с телом выступает адекватным и научно доказанным механизмом.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ И МИОКАРДА У ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМ СОМАТОТИПОМ

Рудович Е.Ю., Руткевич С.А.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Индивидуальные морфофункциональные особенности организма приобретает всё большее значение в связи с развитием персонализированных подходов к диагностике, лечению и профилактике заболеваний. Соматотип определяет не только внешние пропорции тела, но и функциональные особенности физиологических систем, включая сердечно-сосудистую и мышечную, что важно для понимания механизмов приспособления организма к физическим нагрузкам и прогнозирования рисков дисадаптации.

Целью работы является изучение особенностей электрической активности скелетных мышц и миокарда у лиц с различным соматотипом.

Материал и методы исследования. В обследовании участвовало 22 здоровых испытуемых в возрасте от 18 до 20 лет обоего пола. Для определения соматотипа использовали индекс Пинье, формулы Хит-Картера с применением антропометрических параметров. За 24 часа до исследования участникам рекомендовано воздержаться от алкоголя, кофеинсодержащих напитков, исключить психические и физические нагрузки. Электрокардиограмму регистрировали на приборе «Психотест» («Нейрософт», Россия) в 3-х стандартных отведениях в звукоизолированном помещении, лежа на спине после 10 минут адаптации. Длительность регистрации 5 минут. Анализировали величину угла альфа и показатели вариабельности сердечного ритма: мощность низкой (LF %) и высокой (HF %) частот ритма. Электромиограммы (ЭМГ) максимального произвольного напряжения скелетных мышц (*m. biceps brachii, m. vastus lateralis, m. gastrocnemius*) проводилась на аппаратно-программном комплексе «Нейро-МВП» («Нейрософт», Россия). Поверхностные биполярные одноразовые электроды фиксировались в области мышечного брюшка с межэлектродным расстоянием 3 см, заземляющий электрод – на запястье. Анализировали максимальную амплитуду (мкВ), среднюю амплитуду (мкВ), среднюю частоту (Гц), амплитуда/частота (мкВ×с).

Статистическая обработка данных проведена с использованием программы Statistica 6.0 (Statsoft, США). После проверки данных на нормальность распределения достоверность различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента.

Результаты исследования. Максимальная амплитуда ЭМГ мышцы бедра у брахиморфов была значимо выше (1174±105 мкВ, n=7), чем у мезоморфов (907±366 мкВ, n=8) и долихоморфов (871±346 мкВ, n=7). Выявлены более низкие значения средней частоты ЭМГ икроножной мышцы у брахиморфов (112±58 Гц), по сравнению мезоморфами (180±47 Гц), но не с долихоморфами (103±58 Гц). Выявлена тенденция к преобладанию симпатических влияний в регуляции ритма сердца у брахиморфов: LF – 38±6 % и LF/HF – 1,2±0,3, по сравнению с мезоморфами LF – 36±4%, LF/HF – 0,9±0,2 и долихоморфами LF – 33±10% и LF/HF – 1±0,5. Установлены достоверные различия в положении ЭОС между всеми группами. У долихоморфов отмечено вертикальное положение ЭОС (76±3°), у брахиморфов – более горизонтальное (37±4°), у мезоморфов – диагональное (46±4°).

Таким образом, результаты свидетельствуют о наличии специфических особенностей электрической активности скелетных мышц, ассоциированных с соматотипом.

СКОРОСТЬ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОГО ПАТТЕРНА ДЫХАНИЯ

Саваневская Е.Н. [1]***, Павлюкевич Д.С.*** [1]***, Мазок А.С.*** [1]***, Дубовик К.В.*** [1]***, Ромашко В.А.*** [1]***, Хильман М.А.*** [1]***, Шильниковская Е.И.*** [1]***, Хомич Г.Е.*** [2]

[1] Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

[2] Брестский государственный университет им. А.С. Пушкина, Брест, Беларусь

Введение. Гипоксия и гиперкапния существенно влияют на когнитивные функции и общее состояние организма. Они могут снижать концентрацию внимания и память, повышать утомляемость.

Цель работы – методами психофизиологического тестирования оценить влияние дыхания гипоксически-гиперкапнической смесью на свойства нервных процессов у студентов.

Материалы и методы исследования. В эксперименте приняли участие 12 здоровых испытуемых обоего пола в возрасте от 17 до 21 года. С использованием комплекса «НС-Психотест» (Нейрософт, РФ) оценивалось влияние дыхания через гиперкапникатор «Самоздрав» на свойства нервных процессов с помощью теста простой зрительно-моторной реакции, теппинг-теста и динамического тремор-теста. Исследование было разделено на два дня. Впервый день опыта выполнялась контрольная проба, в ходе которойиспытуемые выполняли тесты при спокойном дыхании. На следующий день те же тесты выполнялись при дыхании через прибор. Выполнение психофизиологических тестовначинали через 3 мин дыхания через прибор и продолжали, не прекращая дышать через него. Интервал между тестамисоставлял не менее10 мин. Параметры тестов рассчитывали в среднем по выборке,различия показателей считали достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Достоверные различия между показателями покоя и при дыханиичерез гиперкапникатор выявлены только в тесте простой зрительно-моторной реакции. Среднее значение времени реакции в покое составляло 209,2±19,3 мс, а при дыхании через гиперкапникатор возросло до 238,1±31,9 мс ($p<0,05$). Время протекания простой зрительно-моторной реакциискладывается из времени протекания афферентных процессов, обработки, выполнения двигательной реакции. Поэтому достоверный ростсреднего времени реакции в условиях гиперкапнии указывает на снижение скорости процессов проведения, обработки сенсомоторной информации и формирования ответной реакции.

Медиана времени реакции в покое равнялась 196,9±18 мс, при дыхании через гиперкапникатор она достигла 219,2±20,8 мс ($p<0,05$). Её рост указывает, что влияние гиперкапнии сопровождалось изменением типичных значенийвремени реакции. Мода времени реакции в покое составляла 183,7±18,7 мс, при гиперкапнии – 201,8±16,2 мс ($p<0,05$).

Выводы. Поскольку время простой зрительно-моторной реакции является интегральным показателем скорости работы звеньев сенсомоторной системы и косвенно отражает состояние подвижности нервных процессов, то его рост свидетельствует о том, что в условиях гиперкапнии наблюдается снижение скоростицентральной обработки сенсомоторной информации.

Исследование выполнено при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (ГР20262109).

МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМНОГО УСИЛЕНИЯ ТРЕВОЖНОЙ И ДЕПРЕССИВНОЙ СИМПТОМАТИКИ ПРИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОМ РАССТРОЙСТВЕ, РОЛЬ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ И НАРУШЕНИЙ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ

Садурдинова Д.А., Закирова С.Р.
Казанский инновационный университет им. В. Г. Тимирясова, Казань

Тревожно-депрессивное расстройство (ТДР) — в МКБ-10 смешанное тревожное и депрессивное расстройство — характеризуется сочетанием усиливающих друг друга тревожных и депрессивных симптомов. Мы проанализировали его с позиций нейрофизиологии и выявили, что в основе лежит дисбаланс между лимбической системой, прежде всего миндалиной, и префронтальной корой. Ослабление нисходящего тормозного контроля повышает эмоциональную реактивность и снижает способность к когнитивной переоценке угрожающих стимулов, а следствием дисбаланса становятся когнитивные искажения, поддерживающие симптоматику за счёт негативных оценок и вегетативной активации.

Цель работы — рассмотреть когнитивные искажения как механизм, связывающий нейрофизиологические нарушения и клиническую симптоматику ТДР.

Этот механизм по-разному проявляется при изолированных и смешанных состояниях. При изолированной депрессии доминирует негативная триада Бека — негативный взгляд на себя, окружающий мир и будущее. При тревоге преобладает гиперреактивность системы обнаружения угрозы — переоценка вероятности опасности и селективное внимание к её сигналам.

Сама же тревога сопровождается активацией миндалины, симпатическим преобладанием и повышенной секрецией кортизола по оси гипоталамус — гипофиз — надпочечники. Хроническое повышение кортизола снижает пластичность префронтальной коры и гиппокампа, ослабляя тормозной контроль, а снижение вариабельности сердечного ритма служит маркером дисбаланса. На этом фоне мышление становится устойчиво негативным.

Центральным звеном выступает катастрофизация — пациент переоценивает вероятность негативного события и убеждён в невозможности справиться с последствиями, что соединяет страх и беспомощность, тревожный и депрессивный компоненты. Её поддерживают другие искажения. Дихотомическое мышление с жёсткими категориальными оценками отражает ослабление дорсолатеральной префронтальной коры при гиперактивности миндалины. Персонализация в форме «двойной вины» связана с гиперреактивностью медиальной префронтальной и задней поясной коры и вместе с селективным абстрагированием поддерживает фиксацию на угрозе.

Таким образом, единая когнитивная схема удерживает ожидание опасности и убеждённость в собственной несостоятельности, что объясняет взаимное усиление симптомов и неполный эффект работы с изолированными паттернами.

Выводы. Взаимное усиление тревожной и депрессивной симптоматики связано с особым набором когнитивных искажений — катастрофизацией, дихотомическим мышлением, персонализацией и селективным абстрагированием. В их основе лежит нарушение взаимодействия лимбических структур и префронтальной коры. Учёт этих механизмов помогает уточнить цели когнитивно-поведенческой терапии и объяснить её эффективность.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОСИМЫХ СЕНСОРОВ И ИНТЕРНЕТА МЕДИЦИНСКИХ ВЕЩЕЙ (IOMT) ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА

Сайдалиходжаева С.З.[1], Эрметов Э.Я.[1], Яхшибоев Р.Э.[2], Яхшибоева Д.Э.[1]
[1] Ташкентский государственный медицинский университет, Ташкент, Узбекистан
[2] Ташкентский государственный экономический университет, Ташкент, Узбекистан

Введение. В современную эпоху стремительного развития цифровых технологий носимые устройства и интернет медицинских вещей (IoMT) становятся неотъемлемыми инструментами превентивной медицины и непрерывного контроля показателей здоровья. Переход от эпизодического врачебного осмотра к постоянному мониторингу физиологического статуса открывает новые возможности для ранней диагностики патологий.

Цель исследования: Анализ технологических особенностей современных моделей носимых сенсоров и оценка перспектив их интеграции в экосистему интернета медицинских вещей (IoMT).

Для достижения поставленной цели был проведен систематический анализ современной научной литературы и технологических обзоров, опубликованных в международных базах данных PubMed, MDPI, Google Scholar, а также материалов Всемирной организации интеллектуальной собственности WIPO. Поиск осуществлялся по ключевым словам: носимые сенсоры, IoMT, непрерывный мониторинг, биохимические датчики.

Современный этап развития носимых технологий характеризуется переходом от базового фитнес-мониторинга (подсчет шагов, общей частоты сердечных сокращений) к высокоточной клинической диагностике. На сегодняшний день разработаны и внедряются усовершенствованные сенсоры для непрерывной регистрации электрокардиограммы в течение суток и неинвазивного мониторинга артериального давления. Особый интерес представляют биохимические нательные датчики, способные в режиме реального времени (in vivo) анализировать состав межклеточной жидкости. Это позволяет осуществлять постоянный мониторинг уровня глюкозы, а также оценивать концентрацию стресс-ассоциированных гормонов, в частности кортизола. Интеграция таких датчиков в систему IoMT обеспечивает оперативное получение точных данных о физиологическом статусе пациента в его естественной среде обитания.

Внедрение продвинутых носимых сенсоров в экосистему IoMT способно принципиально изменить парадигму здравоохранения, обеспечив переход от лечения манифестных заболеваний к их ранней превенции. Тем не менее, широкая клиническая интеграция данных технологий ограничивается рядом барьеров: низкой приверженностью пациентов к лечению, артефактами движения, влиянием внешних факторов на точность измерений, а также рисками компрометации данных и кибератак. Минимизация указанных рисков требует дальнейших междисциплинарных исследований и технологического совершенствования систем защиты и фильтрации сигналов.

ВЛИЯНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПОСТУРАЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ

Самигуллин Б.Р. [1]***, Балтин М.Э.*** [1,2]***, Смолина Ю.И.*** [1]***, Чершинцева Н.Н.*** [1]***,***
Зверев А.А. [1]***, Федянин А.О.*** [1,2]

[1] Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань

[2] Научно-технологический университет «Сириус», федеральная территория «Сириус»

Введение. Виртуальная реальность (ВР) рассматривается как перспективный инструмент спортивной подготовки, однако характер и временная динамика ее влияния на постуральный контроль спортсменов остаются недостаточно изученными. Возникающий при погружении в ВР диссонанс между зрительной и вестибулярной афферентацией может временно изменять процессы сенсорной интеграции и эффективность поддержания вертикальной позы.

Цель исследования. Оценить влияние погружения в виртуальную реальность на постуральную устойчивость волейболистов и определить временную динамику восстановления постурального контроля.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 22 волейболиста в возрасте 18-21 года. Постуральный контроль оценивали методом стабилографии в пяти последовательных условиях: исходное состояние, воздействие ВР, непосредственно после выхода из ВР, через 1 и 5 мин восстановительного периода. Анализировали скорость

перемещения общего центра давления (V, мм/с) и площадь статокинезиограммы (SV, мм²/с). Для оценки динамики показателей использовали непараметрический критерий Фридмана с последующими парными сравнениями.

Результаты и обсуждение. Погружение в ВР сопровождалось выраженным изменением параметров постурального контроля. Средняя скорость перемещения общего центра давления увеличивалась с 10,59 до 14,99 мм/с, что соответствовало приросту на 41,5% относительно исходного уровня ($p<0,001$). Площадь статокинезиограммы увеличивалась с 17,75 до 29,72 мм²/с, или на 67,5% ($p<0,001$). После прекращения воздействия ВР оба показателя демонстрировали последовательное снижение: непосредственно после выхода из ВР. Через 1 мин значения приближались к исходному уровню (11,09 и 18,14 мм²/с соответственно). Через 5 мин показатели составляли 11,43 мм/с для V и 18,51 мм²/с для SV и статистически значимо не отличались от исходных значений.

Заключение. Виртуальная реальность оказывает кратковременное влияние на постуральный контроль волейболистов, изменяя эффективность сенсомоторной интеграции. Постуральная устойчивость восстанавливается в течение нескольких минут после прекращения воздействия ВР, что следует учитывать при использовании виртуальных сред в тренировочном процессе и при выполнении последующих упражнений, требующих высокого уровня координации.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства спорта РФ 777-00035-26-01 (регистрационный номер ПТНИ 102307040 0011- 1).

НАНОЧАСТИЦЫ — ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Самигуллин Д.В. [1,2]***, Сибгатуллина Г.В.*** [1]***, Рамазанова И.Ф.*** [1]***, Степанов А.С.*** [3]***, Сальников В.В.*** [1]***, Мустафина А.Р.*** [3]

[1] Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, Казань

[2] Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань

[3] Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КазНЦ РАН, Казань

Суперпарамагнитные наночастицы (SPION) открывают новые возможности для дистанционного воздействия на клетки и внутриклеточные структуры, за счет возможности управления ими магнитными полями. Введение флуоресцентных меток в ядро SPION позволяет отслеживать их распределение в клетках. Цель работы — исследовать особенности поглощения SPION опухолевыми и нервными клетками в культуре и оценить возможность управления клеточной активностью помощью наночастиц.

Интернализацию флуоресцентных SPION изучали в клетках линии M-HeLa и первичных мотонейронах крыс методами флуоресцентной и трансмиссионной электронной микроскопии. Для определения путей проникновения частиц в клетки использовали ингибиторы эндоцитоза. Изменения внутриклеточной концентрации Ca^{2+} регистрировали с помощью индикатора Fluo-3 AM при воздействии постоянного магнитного поля и локального градиента поля, создаваемого магнитной микроиглой.

Скорость поглощения SPION существенно различалась между исследованными типами клеток. В культуре M-HeLa через 15 с частицы обнаруживались в 13 ± 2% клеток, а через 30 с — в 95 ± 1%. Их проникновение происходило преимущественно путем кавеолин-опосредованного эндоцитоза и макропиноцитоза с последующим накоплением в лизосомах.

В мотонейронах заметное поглощение наночастиц наблюдалось спустя час и более; в интернализации участвовали динамин-зависимые механизмы и макропиноцитоз.

В мотонейронах, поглотивших SPION, магнитное воздействие вызывало выраженное увеличение флуоресценции Fluo-3 AM, свидетельствующее о повышении внутриклеточной концентрации Ca^{2+} ($p < 0,001$). В присутствии блокатора потенциал-зависимых кальциевых каналов N-типа (CaV2.2) ответ значительно уменьшался. Это указывает на участие данных каналов в кальциевом ответе, вызванном магнитной стимуляцией.

Сочетание SPION с вращающимся магнитным полем также приводило к снижению жизнеспособности клеток M-HeLa. Возможным механизмом действия на раковые клетки является механическое повреждение внутриклеточных структур, в частности лизосом и митохондрий, при перемещении наночастиц.

Таким образом, новые флуоресцентные SPION являются перспективным инструментом в биомедицинских исследованиях и представляет собой перспективную основу для разработки новых методов терапии онкологических заболеваний.

ВОДОРОД КАК ФАКТОР ВНУТРИЭРИТРОЦИТАРНОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОРОДСВЯЗУЮЩИХ СВОЙСТВ КРОВИ

Сацута П.П., Рабковская Е.М., Зинчук В.В.
Гродненский государственный медицинский университет, Гродно, Беларусь

Введение. Молекулярный водород ингибирует свободнорадикальные процессы, активирует антиоксидантную систему, стимулирует клеточный метаболизм и восстанавливает структуру мембран. Он может оказывать влияние на реологические свойства крови, включая уменьшение вязкости и улучшение текучести, что способствует лучшему кровотоку и снижает риск тромбообразования. Применение 2-% молекулярного водорода способствует улучшению метаболизма эритроцитов, что положительно сказывается на микроциркуляции.

Цель исследования. Изучить влияние водорода как фактора внутриэритроцитарной системы на формирование кислородсвязывающих свойств крови.

Материал и методы. Объектом исследования являлась кровь белых крыс-самцов, которая была разделена на 2 серии по 4 группы. Образцы крови (n=80) насыщали газовой смесью, содержащей 2-х % водород, в термостатируемом сатураторе в течение 5 и 10 минут. Первая группа служила контролем, во второй группе проводили анализ сразу после сатурации, в третьей и четвертой – после 30 и 60 минут инкубации соответственно. На газоанализаторе Stat Profile pHOx plus L измеряли параметры кислородтранспортной функции крови, такие как парциальное давление кислорода и степень оксигенации. Сродство гемоглобина к кислороду оценивали по значению p50. Положение кривой диссоциации оксигемоглобина рассчитывали на основании p50, используя уравнение Хилла. Для анализа данных применялись методы непараметрической статистики с использованием программы «Statistica 10.0». Достоверность полученных результатов, учитывая небольшой размер выборки, оценивали с помощью U-критерия Манна–Уитни.

Результаты и их обсуждение. Сатурация крови газовой смесью, содержащей 2-х % водород, в течение 5 минут с последующей инкубацией (30 и 60 мин) приводит к модификации ее кислородтранспортной функции, что проявляется в росте парциального давления и степени насыщения крови кислородом относительно контроля. Увеличение показателя p50реал при инкубации 60 минут указывает на сдвиг кривой диссоциации оксигемоглобина вправо и снижение сродства гемоглобина к кислороду. Подобная

тенденция наблюдается и при насыщении крови в течении 10 минут. Данный эффект, вероятно, обусловлен повышением внутриклеточного метаболизма и ростом уровня 2,3-ДФГ и АТФ, что оптимизирует отдачу кислорода тканям.

Выводы. Инкубация крови, насыщенной молекулярным водородом, приводит к модификации ее кислородтранспортной функции, выражающейся в увеличении парциального давления кислорода, повышении уровня сатурации, снижении сродства гемоглобина к кислороду и сдвиге кривой диссоциации оксигемоглобина вправо, что облегчает отдачу кислорода тканям и демонстрирует роль молекулярного водорода как фактора внутриэритроцитарной системы формирования кислородсвязывающих свойств крови.

РАБДОМИОЛИЗ - ФАКТОР РИСКА СОТРУДНИКОВ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ: АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗМА, ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ

Семенов К.Н., Кузнецов А.В.
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново

Сотрудники пожарных подразделений, при ведении боевых действий по тушению пожаров, сталкиваются с большим количеством факторов, которые несут потенциальную опасность для их жизни и здоровья. Одними из ощутимых факторов негативного воздействия на организм пожарного являются: повышенный тепловой поток, высокая концентрация токсичных веществ продуктов горения, высокая психологическая и физическая нагрузка. Данные факторы являются триггерами появления патологического состояния, описываемого в медицине как рабдомиолиз.

Рабдомиолиз — это патологическое состояние, при котором происходит массивное разрушение клеток скелетных мышц (поперечно-полосатых мышечных волокон). В результате в системный кровоток высвобождается большое количество внутриклеточного содержимого: белка миоглобина, ферментов (например, креатинкиназы, КФК) и электролитов. Это запускает синдром эндогенной интоксикации и создаёт серьёзную угрозу для внутренних органов, прежде всего для почек. Данный процесс запускает цепочку негативных событий, таких как:

- Нарушение энергетического обмена. Под воздействием повреждающего фактора (травма, чрезмерная нагрузка, токсины, инфекция и др.) в клетке истощаются запасы АТФ-основного источника энергии. Из-за дефицита энергии клетка переключается на анаэробный (бескислородный) путь получения энергии, что приводит к накоплению молочной кислоты и внутриклеточному ацидозу (закислению).

- Нарушение ионного баланса. Из-за сбоя в работе ионных насосов (в частности, Na+/K+-АТФ-азы) клетка начинает «протекать»: ионы калия выходят наружу, а внутрь активно поступают ионы натрия и кальция. Это вызывает отёк миоцита.

- Накопление кальция. Чрезмерное поступление кальция в клетку запускает каскад патологических процессов. Кальций активирует внутриклеточные ферменты- протеазы (разрушающие белки) и фосфолипазы А2, которые буквально «разрезают» структурные компоненты клетки. Кроме того, избыток кальция провоцирует стойкие, неконтролируемые сокращения миофибрилл.

- Окислительный стресс. В условиях ишемии (дефицита кислорода) при восстановлении кровотока (реперфузии) образуются активные формы кислорода.

- Повреждение и разрыв мембраны. Нарушение целостности плазматической мембраны миоцита.

Симптоматика рабдомиолиза: 1) мышечная боль, 2) мышечная слабость, 3) отек и напряжение мышц, 4) потемнение мочи, 5) общая слабость и выраженная утомляемость, 6) судороги, 7) общесистемные проявления, 8) симптомы тяжелого течения.

По мере развития осложнений появляются признаки уже не только повреждения мышц, но и нарушения работы других органов. Рабдомиолиз является одной из причин острого повреждения почек, причем риск особенно возрастает при сочетании мышечного повреждения с обезвоживанием и тепловым стрессом. Со стороны сердечно-сосудистой системы при массивном разрушении мышц в кровь выходит большое количество калия. Это может вызвать: нарушения сердечного ритма; нарушения проводимости; тяжелые аритмии; в крайних случаях-остановку сердца.

ВОЗМОЖНОСТИ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТВЕТА НА СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИЮ ПО ИСХОДНЫМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

***Семилетова В.А.*[1,2]**

[1] Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, Воронеж

[2] Воронежская государственная академия спорта, Воронеж

Проблематика раннего прогнозирования влияния немедикаментозных факторов на гомеостаз организма в условиях физиологической нормы представляет собой высокоприоритетное направление современной физиологии и медицины. Формализация прогностических математических моделей, позволяющих на основе исходного статуса субъекта экстраполировать вектор психофизиологических трансформаций под влиянием спелеофакторов, обеспечивает концептуальный переход от популяционных превентивных стратегий к парадигме персонализированной медицины, минимизируя применение неадекватных терапевтических протоколов.

Целью настоящего исследования являлась разработка методологии раннего предиктивного моделирования индивидуального психофизиологического ответа на курс спелеоклиматотерапии на основе базисных предикторных показателей.

Практическая часть работы выполнена с участием 350 условно здоровых добровольцев (возраст 18–21 год), прошедших курс из 10 ежедневных спелеопроцедур продолжительностью 60 минут в условиях стационарной наземной спелеокамеры, при этом протокол исследования был верифицирован решением Этического комитета ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России (протокол № 8 от 15 ноября 2023 года). Электрофизиологический комплекс включал регистрацию зрительных вызванных потенциалов на фотостимуляцию билатерально в состоянии покоя до начала курса, на 3-й и 10-й день с использованием нейромиоанализатора НМА-4-01 «Нейромиан», а также мониторинг вариабельности сердечного ритма и центральной гемодинамики посредством программно-аппаратного комплекса «Энцефалан». Оценка когнитивной работоспособности проводилась по методике М.П. Мороз; антропометрические и витальные показатели, включая систолическое и диастолическое артериальное давление, частоту сердечных сокращений, сатурацию кислорода, частоту дыхательных движений и жизненную ёмкость легких, измерялись с помощью сертифицированных приборов (тонометр Omron M2 Basic, пульсоксиметр CS Medica MD300C21, сухой спирометр ССП). Статистическая обработка

эмпирических данных реализована в программных средах StatTech v. 4.14.3 и SPSS Statistics 26.

В результате исследования рассчитаны уравнения множественной линейной регрессии, обеспечивающие высокую прогностическую точность в отношении динамики времени простой зрительно-моторной реакции и амплитуды негативного компонента N3 зрительных вызванных потенциалов, а также построены предиктивные модели для параметров центральной реограммы. Кроме того, выявлены статистически значимые регрессионные зависимости, позволяющие с высокой степенью достоверности экстраполировать терминальные значения ключевых параметров кардиореспираторной системы, включая частоту сердечных сокращений, уровни артериального давления, жизненную ёмкость легких и частоту дыхательных движений, по завершении десятидневного курса спелео.

По итогам верификации полученных данных сформированы три структурированные базы данных и разработаны два программных модуля-калькулятора для автоматизированного расчета прогнозируемых физиологических изменений.

ФАКТОР РОСТА ЭНДОТЕЛИЯ СОСУДОВ А И ЕГО РЕЦЕПТОРЫ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ

Сибгатуллин А.И., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Сосудистый эндотелиальный фактор роста (VEGF) — гепарин-связывающий гликопротеин, сигнальный белок, являющийся важным нейротрофическим фактором. VEGF стимулирует васкулогенез и ангиогенез, регулирует проницаемость сосудистой стенки, участвует в нейрогенезе и защищает нейроны от гибели. VEGF-A121 свободнее перемещается в ткани, VEGF-A165 частично удерживается матриксом, VEGF-A189 и VEGF-A206 - сильнее. VEGF-B и плацентарный фактор роста (PlGF) действуют через рецептор фактора роста эндотелия сосудов 1 (VEGFR1), VEGF-C и VEGF-D - через рецептор фактора роста эндотелия сосудов 3 (VEGFR3).

VEGF-A действует через VEGFR1 и рецептор фактора роста эндотелия сосудов 2 (VEGFR2); нейропилины 1 и 2 (NRP1/2) и гепарансульфат меняют его доступность. VEGFR3 не является прямым рецептором VEGF-A. VEGF-A165 связывался с VEGFR1 прочнее, но основной сосудистый сигнал идёт через VEGFR2. Его путь фосфоинозитид-3-киназы и протеинкиназы B (PI3K-AKT) поддерживает выживание клетки, путь фосфолипазы Cγ, протеинкиназы C и регулируемых внеклеточным сигналом киназ (PLCγ–PKC–ERK) стимулирует рост, а путь тирозинкиназы Src и киназы фокальных контактов (FAK) ослабляет межклеточные контакты и повышает проницаемость. Значит, для эффекта важна не только доза фактора: на нужной клетке должен сохраняться доступный работающий рецептор.

В животных моделях бокового амиотрофического склероза (БАС) VEGF-A поддерживает мотонейроны и аксоны, а в эндотелии - капилляры и кровоснабжение нервной ткани. Избыток усиливает сосудистую утечку и отёк. В сетчатке VEGF-A сохраняет нормальные сосуды, но может поддерживать патологический рост; в почках вредны и дефицит, и избыток. Поэтому нейрональный эффект нужно оценивать вместе с состоянием сосудов.

При БАС картина рецепторов зависит от клетки. В посмертном спинном мозге описаны снижение VEGF-A и VEGFR2 в мотонейронах и нейропиле и повышение VEGFR1 в реактивных астроцитах и сосудах. Растворимый VEGFR1 действует как «ловушка»: связывает VEGF-A и уменьшает долю фактора, доступную клеткам. VEGFR2-антиген в

плазме снижался, а его иммунореактивность в ликворе повышалась. Одна из форм растворимого VEGFR2 связывает VEGF-C и тормозит рост лимфатических сосудов.

В животных моделях БАС с мутацией гена супероксиддисмутазы 1 VEGF-A замедлял дегенерацию и продлевал жизнь. У пациентов VEGF-A165 достигал ликвора, но лечебная эффективность не доказана. Нужно количественно определить VEGFR1/2 и NRP1/2 на мотонейронах и сосудах, проверить активацию рецепторов, сохранность нервно-мышечного соединения и сосудистую безопасность. Доклинические данные показывают защитный потенциал VEGF-A, исследования тканей больных — изменения рецепторов; число работающих рецепторов на поверхности клеток при БАС остаётся неизвестным.

ГАММА-АМИНОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА В МИОГЕНЕЗЕ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КАЛЬЦИЕВЫМ СИГНАЛИНГОМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТАБОЛИЗМОМ

Сибгатуллина Г.В. [1]***, Токмакова А.Р.*** [1]***, Маломуж А.И.*** [1,2]
[1] **Казанский институт биохимии и биофизики ФИЦ КазНЦ РАН, Казань**
[2] **Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, Казань**

В процессе образования любой скелетной мышцы основополагающими являются два процесса: деление и слияние. Баланс между ними необходим для правильного формирования окончательных структур мышцы. За регулирование такого тонкого баланса на эмбриональном, пренатальном и постнатальном этапах отвечает большое количество позитивных и негативных сигналов. Относительно недавно были получены экспериментальные свидетельства, указывающие на то, что в регуляции миогенеза могут участвовать нейромедиаторы. Например, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), которую ранее рассматривали исключительно в качестве одного из основных нейромедиаторов центральной нервной системы, может вносить вклад в регуляцию роста и развития мышечной ткани млекопитающих.

Ранее нами было показано, что данная аминокислота обнаруживается в цитоплазме миоцитов и миотрубок *in vitro*. Однако в дальнейшем содержание ГАМК снижается, и в зрелых волокнах она практически не обнаруживается. Также было установлено, что при повышении внеклеточной концентрации ГАМК происходит угнетение процесса слияния миоцитов. При этом механизмы, отвечающие за реализацию этого эффекта, еще не были установлены. Цель настоящей работы заключалась в оценке влияния ГАМК на экспрессию генов, осуществляющих регуляцию миогенеза - *MyoD, MyoG* и *Mymk*. Исследования проводили на первичных культурах миоцитов крыс.

Было показано дозозависимое изменение уровня экспрессии исследуемых генов. Низкие концентрации ГАМК значительно увеличивали уровень экспрессии *MyoD* и *Mymk,* но не оказывали влияния на *MyoG*. Высокие концентрации, наоборот, были способны снижать содержание мРНК *MyoD* и *MyoG,* не влияя на *Mymk*. Изменение уровня экспрессии коррелировало с выявлением соответствующих белков методом иммуноцитохимии. Кроме того, были обнаружены изменения в функционировании митохондрий при внесении ГАМК в среду культивирования миоцитов. Известно, что ГАМК шунт усиливает потребление O_2 митохондриями. Кроме того, есть сведения о том, что экзогенное добавление ГАМК к культурам C2C12 увеличивает экспрессию PGC-1α, являющегося одним из основных регуляторов биогенеза митохондрий и обеспечивающим метаболизм и производство энергии в эукариотических клеток.

Таким образом, ГАМК может выступать в качестве регулятора процесса миогенеза,

способного влиять как на экспрессию определенных генов, так и на энергетический метаболизм клеток.

Работа поддержана грантом РНФ №25-24-00201.

ОПИСАНИЕ УНИКАЛЬНОГО ПРОТЕОМА СТРИАТУМА У МЫШЕЙ DISC1-Q31L ПОСЛЕ ХРОНИЧЕСКОГО НЕПРЕДСКАЗУЕМОГО СТРЕССА

Смирнова К.В. [1]***, Смирнова Л.П.*** [1]***, Серегин А.А.*** [1]***, Дмитриева Е.М.*** [1]***, Завьялова М.Г.*** [2]***, Бржозовский А.Г.*** [2]***, Ермаков Е.А.*** [1]***, Амстиславская Т.Г.*** [3]

[1] НИИ психического здоровья Томского национального исследовательского медицинского центра Российской академии наук, Томск

[2] Сколковский институт науки и технологий, Москва

[3] Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

Мыши с мутацией Disc1-Q31L$^{-/-}$ (Q31L) являются известной генетической моделью аффективных расстройств. Известно, что эти заболевания могут быть результатом взаимодействия генетических факторов и стресса. В данной работе мы изучили уникальный протеом мышей Q31L после хронического непредсказуемого стресса (ХНС) в стриатуме – ключевой области, вовлеченной в патогенез депрессивного и биполярного расстройства, для выявления потенциальных молекулярных мишеней связанных с развитием психопатологий.

Самцов Q31L подвергали ХНС в течение 14 и 28 дней (Q31L-14 и Q31L-28, соответственно), после чего забивали мышей и извлекали стриатум**.** Масс-спектрометрический анализ проводили на базе ЦКП Передовой масс-спектрометрии Сколковского института науки и технологий с использованием ВЭЖХ Ultimate 3000 RSLCnano (Thermo Scientific) с масс-спектрометром TIMS-TOF PRO (Bruker, США). Полученные данные были обработаны с помощью программного обеспечения PEAKS Studio 10.6, аннотирование белков выполнялось с помощью базы данных «Panther GO» в категориях «Классы белков» и «Молекулярные функции».

Всего было выявлено 4480 белков, среди которых 63 белка уникальны для интактных Q31L мышей, 51 для Q31L-14 и 88 для Q31L-28. В группе Q31L преобладает класс «Metabolite interconversion enzyme» (PC00262, 19,0%), в частности белки класса «Kinase» (PC00069, 37,5%). Преобладающие молекулярные функции представлены белками DTYMK, STK3, RPS6KA1 и 6, PGK2, RAF1, ACVR1C. Мыши Q31L характеризуются следующими классами белков: «Gene-specific transcriptional regulator» (PC00264, 1,6%), белок ENY2, и «Scaffold/adaptor protein» (PC00226, 1,6%), белок C1QTNF4. Среди уникальных белков группы Q31L-14, преобладает класс «RNA metabolism protein» (PC00031, 14,0%) и «RNA processing factor» (PC00147, 42.9%), а среди молекулярных функций преобладает «Binding» (GO:0005488, 32,50%), в частности «mRNA binding» (GO:0003729, 80,0%), представленные белками ANGEL2, CDC40, PABPC4. Также выявлена уникальная для этой группы функция «ATP-dependent activity» (GO:0140657, 2,0%), представленная белком DDX19A. В группе Q31L-28 преобладающий класс – «Defense/immunity protein» (PC00090, 20.70%) и обнаружен уникальный класс «Structural protein» (PC00211, 1,1%), представленный белком KRTAP27-1. Среди молекулярных функций преобладает «Binding» (GO:0005488, 41,4%), среди которых преимущественно «Kinase binding» (GO:0019900, 40%), представленные белками CDK5R2 и ACTB. Также в этой группе обнаружена уникальная функция «Antioxidant activity» (GO:0016209, 2.3%), представленная белками HBB-B2 и GSTO2.

Таким образом, уникальные особенности протеома мышей Q31L после ХНС позволяют выявить потенциальные мишени и механизмы, лежащие в основе развития аффективных состояний.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (грант № 23-75-00023).

РОЛЬ $K_{АТФ}$ И Kir – КАНАЛОВ В ЭФФЕКТАХ СЕРОВОДОРОДА НА СПОНТАННУЮ СОКРАТИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ТОЛСТОЙ КИШКИ КРЫСЫ

Сорокина Д.М., Чупова А.О., Шайдуллов И.Ф., Ситдикова Г.Ф.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Сероводород (H_2S) признан одним из ключевых газомедиаторов, участвующих в регуляции функций желудочно-кишечного тракта. Эндогенный H_2S синтезируется в стенке кишечника и модулирует моторику, однако его роль в регуляции сократительной активности толстой кишки изучена недостаточно. Известно, что K^+-каналы играют ключевую роль в поддержании тонуса и контроле сокращения гладкой мускулатуры желудочно-кишечного тракта, влияют на потенциал покоя, медленные волны деполяризации, продолжительность потенциала действия.

Целью работы является исследование роли $K_{АТФ}$ и Kir-каналов в эффектах гидросульфида натрия на параметры спонтанной сократительной активности изолированных сегментов толстой кишки крысы.

Эксперименты выполнены на изолированных препаратах проксимального отдела толстой кишки крыс. Сократительную активность регистрировали в изометрических условиях с использованием установки Biopac Systems (США). Статистическую обработку данных проводили с использованием t-критерия Стьюдента.

В экспериментах использовали донор сероводорода в концентрации 200 мкМ, который к 10 минуте приводил к достоверному снижению тонического напряжения, амплитуды и частоты спонтанных сокращений ($n=16$; $p<0.05$). Эффекты NaHS на сократимость были обратимы и возвращались к исходным значениям при отмывке препарата. Для выявления вклада $K_{АТФ}$-каналов при действии NaHS использовали активатор диазоксид в концентрации 100 мкМ, который приводил к снижению амплитуды до 35,72%, частоты до 61,81% и тонического напряжения до 71,51% ($n=13$, $p<0,05$). На фоне действия диазоксида эффект NaHS на амплитуду, частоту спонтанных сокращений и на тонус препарата сохранялся ($n=12$, $p>0,05$). Ba^{2+}-чувствительные Kir-каналы преимущественно экспрессируются в ИКК. $BaCl_2$ в наших экспериментах приводил к повышению амплитуды спонтанных сокращений до 113,13% ($n=12$, $p<0,05$), а частота ($n=9$ $p>0,05$) и тоническое напряжение ($n=12$ $p>0,05$) при этом достоверно не менялись. На фоне $BaCl_2$ действие NaHS на тоническое напряжение было выражено в меньшей степени, что составило 89,79%, на амплитуду не проявлялось ($n=6$, $p<0,05$), а на частоту спонтанных сокращений сохранялся ($n=7$, $p<0,05$).

Полученные данные свидетельствуют о том, что сероводород оказывает ингибирующее действие на спонтанную сократительную активность толстой кишки крысы, $K_{АТФ}$-каналы не являются мишенью действия H_2S, а Ba^{2+}-чувствительные K_{ir}-каналы опосредуют эффекты NaHS как на тонус, так и на амплитуду спонтанных сокращений, поскольку их активация непосредственно будет влиять на генерацию медленных волн деполяризации пейсмекерными клетками.

ТРИГОНЕЛЛИН КОРРЕКТИРУЕТ МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ КАЛЬЦИЕВЫЙ ГОМЕОСТАЗ ПРИ ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ

Степанова А.Е., Устинова А.С., Рахмаева С.О., Дубинин М.В.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

Ишемия-реперфузия (ИР) скелетных мышц вызывает стойкое повреждение, в основе которого лежат митохондриальная дисфункция, их перегрузка Ca^{2+}, открытие МРТ-поры и активация кальпаинов. Тригонеллин (Трг) – природный алкалоид с митохондриально-протективными свойствами, однако его эффект при ИР мышц ранее не изучался. Цель работы заключалась в оценке влияния однократного пост-ишемического введения Трг на функциональное восстановление, гистологию мышц, митохондриальное дыхание, кальциевый гомеостаз, окислительный стресс и активность кальпаинов. Опыты проводили на самцах C57BL/10, разделённых на группы контроль, ишемия, ишемия + Трг. Ишемию моделировали путём наложения жгута на обе задние конечности (2 ч), перед реперфузией внутрибрюшинно вводили PBS или Трг (150 мг/кг). На 7-е сутки оценивали силу хвата, выносливость, двигательную активность, массу четырёхглавой мышцы бедра, гистологию, активность кальпаинов и креатинкиназы, дыхание и кальциевый гомеостаз митохондрий, уровень 4-HNE. У мышей с ишемией двигательная активность была снижена весь период наблюдения, Трг ускорял её восстановление (различия с 3-го по 7-й день). На 7-е сутки сила хвата и масса мышцы оставались сниженными, креатинкиназа – повышенной. Трг увеличил число волокон с центральными ядрами и регенерирующих волокон. Дыхание митохондрий в состоянии 3 при ишемии оставалось сниженным, на фоне Трг отмечена тенденция к улучшению. Наиболее выражен эффект Трг на кальциевый гомеостаз митохондрий. Отмечено устранение кальциевой перегрузки митохондрий скелетных мышц у мышей группы ишемия + Трг, их кальциевая ёмкость также существенно увеличилась. Активность кальпаинов при ишемии была значительно увеличена, введение Трг привело к её достоверному снижению. Таким образом, однократное пост-ишемическое введение Трг избирательно улучшает митохондриальный кальциевый гомеостаз и снижает активность кальпаинов, что сопровождается гистологическими признаками репарации, но не предотвращает потерю массы и не восстанавливает силу. Полученные данные обосновывают дальнейшее изучение Трг в качестве стратегии восстановления после ИР скелетных мышц.

Работа поддержана грантом РНФ (№25-75-00035).

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ

Султанов В.Р., Перминова С.Г.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Хронический стресс и связанные с ним психосоматические нарушения, такие как нарушения сна и тревожные состояния, представляют собой актуальную проблему современной медицины и психофизиологии. Технология биологической обратной связи (БОС) является признанным немедикаментозным методом, направленным на восстановление нарушенных регуляторных механизмов и обучение навыкам саморегуляции. Комплекс «Реакор» (НПКФ «Медиком МТД», Россия) представляет собой многоканальный аппаратно-программный комплекс, реализующий принцип «физиологического зеркала» и позволяющий проводить тренинг по различным физиологическим параметрам, включая

электроэнцефалограмму, кожно-гальваническую реакцию, фотоплетизмограмму и другие. Цель исследования – оценить эффективность применения БОС-тренингов на базе комплекса «Реакор» для коррекции функционального состояния медицинских работников.

В работе использовался реабилитационный психофизиологический комплекс для тренинга с БОС «Реакор» (2008 г.в.). Процедуры БОС-тренинга проводились по протоколам, направленным на коррекцию психоэмоционального напряжения. Применялись тренинги с обратной связью по параметрам Альфа-ритма ЭЭГ и кожно-гальванической реакции (КГР). Методика включала как стандартные сценарии, так и индивидуальную настройку порогов срабатывания обратной связи в зависимости от исходного состояния. Всего было 10 участников (все женщины, врачи разного профиля, возраст 35-50 лет, соматически здоровые), которые имели на субъективном уровне неудовлетворенность своим функциональным состоянием. В ходе исследования было обнаружено: 1. Коррекция стресс-реактивности. Наиболее быстрый отклик в процессе тренинга демонстрировал канал КГР, отражающий активность симпатической нервной системы. Снижение кожной проводимости коррелировало с субъективным ощущением уменьшения тревоги. 2. Эфективность альфа-тренинга как метода релаксации. Тренинг по альфа-ритму был направлен на достижение состояния глубокой релаксации. Успешность тренинга зависела от точного наложения электродов и настройки фильтров в диапазоне 8–13 Гц. 3. В ходе проведения настоящего исследования 6 человек из 10 имели выраженные нарушения сна. Двое из них после первого сеанса БОС-тренинга отметили субъективное улучшение глубины и качества сна, еще четверо участников получили такой же результат только после прохождения ими двух сеансов. Все шесть человек после прохождения курса из четырёх сеансов сообщили о полном восстановлении сна. На протяжении всех этих сеансов фиксировалось увеличение амплитуды альфа-ритма головного мозга. Полученный опыт согласуется с данными литературы о том, что БОС-тренинги способствуют снижению уровня тревожности, улучшению показателей вариабельности сердечного ритма и общего психоэмоционального состояния.

Таким образом, применение комплекса «Реакор» показало себя как эффективный инструмент для практической коррекции функционального состояния испытуемых. Мультиканальность и гибкость настроек позволяют адаптировать тренинг под индивидуальные задачи пациента, что соответствует современным тенденциям персонализации БОС-технологий. Дальнейшая работа должна быть направлена на систематизацию данных курсовой динамики и оценку долгосрочных эффектов.

КОМПЛЕКСНАЯ СЕНСОМОТОРНАЯ ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ТРАВМЫ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА

Султанов М.Т., Рагинов А.И., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Восстановление после повреждения периферического нерва сопровождается изменениями двигательной активности, мышечной силы, координации и чувствительности. Использование одного поведенческого теста не позволяет полноценно оценить динамику этих нарушений. Поэтому перспективным является комплексный подход, объединяющий автоматизированный анализ походки, двигательные и сенсорные тесты.

Цель: обобщить возможности комплексной оценки функционального восстановления после повреждения седалищного нерва у лабораторных мышей.

Материалы и методы. Анализ научных публикаций, посвящённых поведенческой оценке восстановления периферических нервов.

Результаты. Анализ литературы показывает, что восстановление после травмы седалищного нерва имеет многокомпонентный характер. С помощью системы CatWalk можно провести регистрацию длины и ширины шага, продолжительности и интенсивности опоры, площади контакта лапы с поверхностью, скорости движения, регулярности шагового цикла и межконечностной координации. Система CatWalk позволяет выявлять асимметрию опоры и нарушения локомоции даже при частичном восстановлении общей активности. Изменения длины шага, площади контакта, интенсивности и продолжительности опоры могут отражать моторный дефицит, болезненность или формирование компенсаторного паттерна движения.

В тесте «открытое поле» снижение пройденного расстояния, скорости и вертикальной активности может быть связано не только с двигательным нарушением, но и с болью, стрессом или снижением мотивации. «Грип-тест» позволяет оценивать динамику мышечной силы, однако его результаты зависят от массы тела, мотивации и навыка животного. Тесты «ротарод» и «тредбан» характеризуют координацию и выносливость, но отсутствие изменений в этих тестах не исключает локального дефицита поражённой конечности.

Сенсорные тесты дополняют оценку двигательной функции. Снижение порога в тесте фон Фрея может указывать на механическую гиперчувствительность, тогда как его повышение – на снижение чувствительности. В тесте Hargreaves увеличение латентности реакции свидетельствует о снижении тепловой чувствительности, а уменьшение – о возможной гипералгезии. Интерпретация результатов должна учитывать сроки после травмы и выраженность двигательного дефицита.

Наиболее информативным является сочетание показателей походки, общей активности, мышечной силы, координации и чувствительности с их оценкой до травмы, на ранних и поздних этапах восстановления. Такой подход может использоваться при изучении роли пуринергических P2-рецепторов в воспалении, активности шванновских клеток, ремиелинизации и формировании нейропатической боли.

Заключение. Комплексное применение CatWalk, тестов «открытое поле», «грип-тест», «ротарод», «тредбан», фон Фрея и Hargreaves позволяет раздельно оценивать двигательные, координационные и сенсорные нарушения после травмы седалищного нерва. Расширенная поведенческая оценка создаёт основу для более точного изучения регенерации периферических нервов и влияния молекулярных факторов, включая P2-рецепторы, на функциональное восстановление.

НАРУШЕНИЕ ЗАКИСЛЕНИЯ ЛИЗОСОМ КАК МЕХАНИЗМ УТРАТЫ БЕЛКОВОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА

Султонов С.С., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Актуальность. Болезнь Альцгеймера — одно из ведущих нейродегенеративных заболеваний стареющего населения, патогенез которого остаётся предметом активных исследований. Эффективной терапии, способной остановить прогрессирование болезни, до сих пор не создано. Всё больше данных указывает на то, что в основе утраты белкового гомеостаза лежит дисфункция лизосомально-автофагической системы — главного механизма очистки нейрона от повреждённых белков и органелл. Активность гидролитических ферментов напрямую зависит от кислотности среды: лишь в кислой среде

ферменты белковой природы приобретают функционально активную конформацию. Важно, что нарушение закисления лизосом обнаруживается ещё до появления симптомов, что делает его перспективной мишенью для ранней диагностики.

Цель. Изучить связь нарушения закисления лизосом с утратой белкового гомеостаза при болезни Альцгеймера и оценить возможность восстановления лизосомальной кислотности.

Материалы и методы. Поиск экспериментальных исследований в базах PubMed и Taylor & Francis Online по механизмам регуляции лизосомального pH и его роли в патогенезе болезни Альцгеймера, опубликованных в 2016–2026 гг.

Результаты. Кислая среда внутри лизосом поддерживается вакуолярной H^+-АТФазой (V-АТФазой), состоящей из цитозольного домена V1 и мембранного домена V0. Причины нарушения её сборки или работы несколько. Первая — дефект гена PSEN1, ответственного за синтез пресенилина-1. Субъединица V0a1 неправильно сворачивается в ЭПР и не доставляется к лизосомам. Вторая — β-С-концевой фрагмент APP (APP-βCTF), который избирательно связывается с субъединицей V0a1 и блокирует её соединение с V1, препятствуя сборке насоса. Третья — избыточная концентрация кальция в цитозоле. В норме выход кальция через рианодиновые рецепторы ЭПР активирует кальциневрин, который дефосфорилирует фактор NFATc1 и запускает синтез субъединиц АТФазы. При хронической кальциевой дисрегуляции NFAT-путь подавляется, снижая экспрессию субъединиц. Четвёртая — изоформа ApoE4, которая переносит меньше липидов и хуже связывается с рецепторами. Это вызывает защелачивание лизосом в нейронах и гиперацидификацию эндосом в астроцитах, нарушая деградацию белков. Воздействие на вышестоящие механизмы дисфункции позволяет частично восстановить клеточный гомеостаз. Так, дантролен — негативный аллостерический модулятор рианодиновых рецепторов — нормализует выход кальция из депо, однако он плохо проникает через гематоэнцефалический барьер. Недавно показано, что агонисты β2-адренорецепторов, в частности изопротеренол, способны восстанавливать лизосомальное закисление в условиях дефицита PSEN1.

Вывод. Нарушение лизосомального закисления может выступать ранним звеном утраты белкового гомеостаза при болезни Альцгеймера. Это связывает генетические факторы риска с накоплением амилоида-β и тау в единый патогенетический узел. В доклинических моделях восстановление лизосомальной кислотности уменьшает патологию и улучшает когнитивные функции.

СТИМУЛЯЦИЯ A_2-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ УВЕЛИЧИВАЕТ СИЛУ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА КРЫС ПОСЛЕ 30-СУТОЧНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ

Сунгатуллина М.И., Зарипова Р.И., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

В связи с урбанизацией наблюдается снижение физической активности человека, и это становится медико-социальной проблемой, так как уменьшение двигательной активности приводит к нарушениям многих систем органов тела человека. Ученые выявили α2-адренорецепторы (АР) в сарколемме кардиомиоцитов, где они выполняют защитную функцию миокарда и влияют на сократимость миоцитов, регулируя обратный захват Ca2+. Предполагается, что изменение модуляторов деятельности сердечно-сосудистой системы может вызвать сдвиги в экспрессии АР. Кроме того, показано, что блокада α2-АР усиливает

стрессиндуцированное повреждение сердца. Следовательно, α2-АР играют важную роль в адаптации сердечно-сосудистой системы к стрессу.

Эксперименты проводились на взрослых белых крысах. Ограничение двигательной активности, осуществлялось путем помещения животных в клетки-пеналы в условиях нарастающей гипокинезии в течение 30 суток. Препарат изолированного сердца перфузировался по методу Лангендорфа при постоянном потоке с модифицированным буфером Кребса- Хензеляйта. В качестве агониста а2-АР использовался клонидин гидрохлорид в концентрациях 10-9-10-6 М. Регистрировалось изменение силы сокращения на установке Лангендорфа PowerLab 8/35 при помощи программы LabChart Pro (ADinstruments). Статистическая обработка осуществлялась в программе Excel, достоверность была определена с помощью t-критерия Стьюдента.

Проведенные эксперименты показали, что агонист α2-АР клонидин гидрохлорид в концентрациях 10-9 М, 10-7 М, 10-6 М увеличивает силу сокращения изолированного сердца крыс после гипокинезии. Возможно, положительный инотропный эффект изолированного сердца крыс после гипокинезии в ответ на стимуляцию α2-АР может свидетельствовать о кардиопротективной роли активации данных рецепторов.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ГРУДНОГО ВСКАРМЛИВАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ МАТЕРИ И РЕБЁНКА

Сысоева А.Ю., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Грудное вскармливание объединяет нейроэндокринную регуляцию лактации, обеспечение пищевых потребностей ребёнка и передачу биологически активных компонентов молока. Изучение этих процессов позволяет раскрыть физиологические основы благоприятных эффектов кормления для обоих участников системы «мать — ребёнок». Цель работы — обобщить данные о механизмах влияния грудного вскармливания на здоровье матери и ребёнка.

Сосание активирует афферентные нервные пути от рецепторов соска к гипоталамусу. Снижение дофаминергического торможения секреции пролактина способствует поддержанию синтеза молока, а выделение окситоцина вызывает сокращение миоэпителиальных клеток и молокоотдачу. Регулярное удаление молока участвует в местной регуляции его продукции, обеспечивая согласование лактации с потребностями ребёнка.

Защитные свойства грудного молока связаны с совместным действием иммунных и метаболических факторов. Секреторный иммуноглобулин А ограничивает взаимодействие патогенов со слизистой оболочкой кишечника, а лактоферрин связывает железо и проявляет антимикробную активность. Олигосахариды молока служат субстратами для определённых представителей кишечной микробиоты, включая бифидобактерии; отдельные их структуры препятствуют адгезии патогенов. Эти механизмы способствуют защите кишечного барьера в период становления собственных защитных систем ребёнка. Клиническую значимость данного направления подтверждает исследование PROBIT: программа поддержки грудного вскармливания сопровождалась снижением доли детей с кишечными инфекциями на первом году жизни с 13,2 до 9,1%.

У матери лактация сопровождается перераспределением энергетических субстратов в пользу молочной железы. Использование глюкозы и липидов для синтеза молока увеличивает потребность в энергии и изменяет углеводный и липидный обмен. Наблюдаемая связь большей продолжительности лактации с меньшим риском сахарного диабета 2-го типа

согласуется с её участием в метаболической адаптации после беременности, хотя вклад отдельных механизмов в отдалённый эффект требует уточнения. Снижение риска рака молочной железы при более длительном кормлении связывают, в частности, с дифференцировкой её эпителия и изменением гормонального воздействия при подавлении овуляторной активности.

Таким образом, влияние грудного вскармливания на здоровье реализуется через согласованную работу нейроэндокринных, иммунных и метаболических механизмов. Их изучение создаёт физиологическую основу для поддержки лактации и понимания её вклада в здоровье матери и ребёнка.

КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ КАК ПОСРЕДНИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Сысоева А.Ю., Нагиев К.К.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Короткоцепочечные жирные кислоты (КЦЖК), образующиеся при бактериальной ферментации пищевых волокон, служат энергетическими субстратами и сигнальными молекулами. Их участие в нервной регуляции позволяет рассматривать микробный метаболизм как источник информации о питании и состоянии кишечной среды. Цель обзора — обобщить данные о рецепторных механизмах, связывающих продукцию КЦЖК с вагусной афферентацией и симпатической активностью.

Ацетат, пропионат и бутират реализуют часть эффектов через рецепторы свободных жирных кислот FFAR2 и FFAR3. В экспериментальных моделях активация FFAR2 в энтероэндокринных L-клетках стимулирует секрецию глюкагоноподобного пептида-1, формируя эндокринное звено метаболической регуляции. Одновременно КЦЖК способны изменять активность чувствительных волокон блуждающего нерва. Электрофизиологические и хемогенетические исследования на мышах выявили участие FFAR3 в ответе вагусных афферентов на пропионат. Удаление FFAR3 из вагусных нейронов нарушало насыщение и устраняло подавление потребления пищи при введении пропионата. Это указывает на функциональную связь между распознаванием микробных метаболитов и регуляцией пищевого поведения.

Исследование 2025 года дополнило эту модель: поступление КЦЖК в просвет тонкой кишки мышей усиливало вагусную активность рецептор-зависимым, опосредованным путём и сопровождалось активацией нейронов ствола мозга. Следовательно, передача микробного сигнала может включать промежуточные кишечные клетки; её нельзя сводить исключительно к прямому действию метаболитов на нервные окончания. Активация чувствительных волокон также не тождественна усилению парасимпатических эфферентных влияний на органы.

Другой механизм связан с симпатическими ганглиями. В исследованиях на мышах пропионат через FFAR3 повышал возбудимость симпатических нейронов и высвобождение норадреналина. Таким образом, КЦЖК воздействуют на различные звенья вегетативной регуляции, а направленность ответа определяется локализацией рецепторов и условиями воздействия. Представление об их универсальном «восстановлении вегетативного баланса» не отражает этой специфичности.

Совокупность данных позволяет рассматривать КЦЖК как посредники сопряжения кишечной ферментации с нервной регуляцией насыщения и энергетического обмена. Их

физиологическое значение состоит в передаче метаболической информации через сочетание эндокринных, афферентных и симпатических механизмов.

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЛИЧНОСТНЫХ РЕСУРСОВ КАК ПРЕДИКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУППАХ С РАЗНЫМИ ФОРМАТАМИ ЗАНЯТОСТИ

Сычева Е.И.
Казанский инновационный университет им. Тимирясова, Казань

Профессиональное выгорание — синдром, включающий истощение и дезинтеграцию с работой, — признан ВОЗ фактором риска развития депрессии, тревожных и сердечно-сосудистых расстройств.

Массовый переход к удалённой и гибридной занятости создаёт новые риски: стирание границ между работой и отдыхом, социальная изоляция, цифровое переутомление. Изучение того, какие личностные ресурсы защищают от выгорания в разных форматах занятости, актуально для разработки адресной профилактики.

Цель — построить структурную модель личностных ресурсов (осознанность, смысл жизни, личностная зрелость, духовное благополучие, ценностные ориентации) как предикторов выгорания и определить роль формата занятости в этих взаимосвязях.

Задачи: описать понятие выгорания, охарактеризовать структуру ресурсов как внутренних активов, проанализировать взаимосвязи ресурсов (осознанность, смысл жизни, личностная зрелость, духовное благополучие, ценностные ориентации) и выгорания, плюсы и минусы разных форматов занятости, исследовать взаимосвязи структуры личностных ресурсов (осознанность, смысл жизни, личностная зрелость, духовное благополучие, ценностные ориентации) и уровня профессионального выгорания в профессиональных группах с разными форматами занятости.

Теоретическую основу составляют модель «требования — ресурсы» (JD-R), концепция личностного потенциала Д.А. Леонтьева, представления об осознанности как механизме саморегуляции, исследования связи ценностей и духовного благополучия с устойчивостью к стрессу. Выгорание операционализируется через OLBI (истощение, дезинтеграция с работой).

В планируемом исследовании будут использованы: FFMQ, MLQ, ШЛЗ, SWBS, PVQ-RR, OLBI. Анализ — структурное моделирование (SEM) с тестированием прямых и модераторных эффектов формата занятости.

На основе теоретического анализа предложена гипотетическая модель, в которой ресурсы — предикторы двух компонентов выгорания, а формат занятости их модерирует: при удалённой ведущими защитными ресурсами могут быть осознанность и смысл жизни (поддержка саморегуляции при стирании границ), при офисной — ценностные ориентации и личностная зрелость (совладание с межличностной нагрузкой), при гибридной — их сочетание. Психофизиологически осознанность связана с префронтальной регуляцией и снижением симпатической реактивности, смысл жизни — с модуляцией гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси, личностная зрелость — с префронтальным контролем аффекта, что позволяет рассматривать ресурсы как модуляторы нейроэндокринного стресс-ответа.

Предлагаемая модель открывает возможности для эмпирической проверки связей ресурсов и выгорания с учётом формата занятости. Перспектива — разработка адресных профилактических программ под ресурсный профиль работников в каждом формате.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ИЗ ЛИЧИНОК ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ В РАЦИОНЕ МЫШЕЙ НА МАССУ ТЕЛА И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Талан М.С., Мухамедьяров М.А.
Казанский государственный медицинский университет, Казань

Рацион лабораторных мышей должен характеризоваться постоянством состава, микробиологической безопасностью и наличием высокоусвояемого белкового компонента с оптимальным аминокислотным профилем.

Перспективным направлением оптимизации рационов является частичное замещение традиционных белковых источников стандартизированной мукой личинок Hermetia illucens при обязательном контроле её аминокислотного и жирнокислотного профилей.

Цель – определить влияние добавки личинок чёрной львинки на изменение показателей массы мышей, общего анализа крови и биохимического анализа крови.

В эксперименте использовали 29 нелинейных лабораторных мышей, разделённых на три группы: контрольную и две опытные с включением в рацион высушенных личинок чёрной львинки в количестве 10% и 30%. Животные контрольной группы получали полнорационный гранулированный экструдированный комбикорм для лабораторных мышей. Мышам опытных групп скармливали аналогичный комбикорм с добавлением высушенных личинок чёрной львинки (ЛЧЛ) в количестве 10% и 30% соответственно. Посмертно у мышей была взята кровь для оценки эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина, сегментоядерных нейтрофилов, эозинофилов, лимфоцитов, тромбоцитов, и для оценки мочевины, креатинина, общего белка, холестерина, триглицеридов. Исследование было проведено на автоматическом анализаторе TEK-VET-3, биохимический анализ провели на TECOM TC6030.

Животные имели свободный доступ к комбикорму и воде. Массу тела регистрировали ежедневно в течение 33 суток в одно и то же время в первой половине дня. Статистическую обработку данных проводили в GraphPad Prism 8.0.1. Исследование одобрено локальным этическим комитетом КГМУ.

Результаты: При сравнении нормированных показателей контрольной группы и групп ЛЧЛ 10% и ЛЧЛ 30% статистически значимых различий выявлено не было ($p > 0,05$). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии выраженного влияния исследуемых концентраций ЛЧЛ на изучаемый показатель в условиях данного эксперимента. В общем анализе крови не было выявлено статистически значимых отличий в показателях между группами. В биохимическом анализе значимых различий также выявлено не было.

Выводы: Включение 10% и 30% высушенных личинок чёрной львинки в рацион мышей не вызвало статистически значимых изменений массы тела, общего анализа крови и биохимического анализа крови. Это подтверждает отсутствие выраженного влияния исследуемых концентраций ЛЧЛ на метаболический статус и общее состояние животных.

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК СОСУДОВ В ПЕРИОД РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА И ПРИ РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Тарасова О.С.
Институт медико-биологических проблем РАН, Москва
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Дифференцированные гладкомышечные клетки (ГМК) сосудов имеют развитый сократительный аппарат и целый набор механизмов его регуляции. Вместе с тем сократительные характеристики сосудистых ГМК значительно преобразуются во время внутриутробного развития и затем в раннем постнатальном периоде, а также могут изменяться при развитии различных заболеваний. В зависимости от внешних воздействий ГМК балансируют между сократительным и пролиферативным фенотипами, такие переходы могут быть обратимыми, но не всегда.

В раннем постанатальном онтогенезе (у крыс – в первые недели после рождения) ГМК артерий еще не полностью дифференцированы в сократительный фенотип, в них значительно снижено содержание α-актина и гладкомышечного миозина, а удельная сила сокращения медии (в пересчете на площадь поперечного сечения) почти вдвое меньше, чем во взрослом возрасте. В ходе постнатального развития происходит переключение механизмов регуляции сокращения с Ca^{2+}-независимых на Ca^{2+}-зависимый: снижается вклад Rho-киназы и протеинкиназы С и, напротив. растет экспрессия и регуляторная роль киназы и фосфатазы легких цепей миозина. Также происходят значительные изменения механизмов регуляции мембранного потенциала с участием различных типов ионных каналов.

Следует отметить, что при развитии сосудистой системы многие регуляторные механизмы оказываются вовлеченными в регуляцию как тонуса, так и дифференцировки ГМК. Например, NO стимулирует дифференцировку ГМК в пренатальном онтогенезе, а позже, уже после рождения организма, от передает эстафету симпатической нервной системе. Механизмы, регулирующие дифференцировку ГМК сосудов, могут взаимодействовать между собой на разных уровнях и стадиях. Так, долговременное влияние NO связано с повышением в ГМК активности сигнального пути Rho-киназы, одновременно NO стимулирует развитие симпатической иннервации сосудов, а затем трофические симпатические влияния снижают экспрессию и активность Rho-киназы в ГМК сосудов.

Напротив, при возникновении сосудистых патологий и старении наблюдается сдвиг фенотипа ГМК сосудов от сократительного к пролиферативному. Например, ремоделирование артерий мозга при гипоперфузии связано с глобальными перестройками внеклеточного матрикса, повышением экспрессии ростовых факторов и одновременно - снижением экспрессии генов, кодирующих белки цитоскелета и сократительного аппарата. При этом нейропротекторные средства не только защищают ткань мозга от ишемического повреждения, но и обращают эффекты ишемии на фенотип ГМК сосудов мозга.

Работа поддержана Российским научным фондом (грант №23-15-00331-П).

НЕЙРОПЕПТИД Y В СЫВОРОТКЕ КРОВИ И СЛЕЗНОЙ ЖИДКОСТИ КАК МАРКЕР СИМПАТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРИ ПРЕЭКЛАМПСИИ

Таскина Е.С., Кибалина И.В., Мудров В.А.
Читинская государственная медицинская академия, Чита

Преэклампсия (ПЭ) ассоциирована с дисбалансом симпатической нервной системы. Цель исследования: сопоставить уровни нейропептида Y (NPY) в сыворотке крови и слезной жидкости у беременных с гипертензивными расстройствами и оценить диагностическую значимость показателей для выявления ПЭ.

Материал и методы: Обследованы 184 беременные, были выделены 4 равные группы исследования: контроль, гестационная артериальная гипертензия (ГАГ), умеренная ПЭ (УПЭ), тяжёлая ПЭ (ТПЭ). NPY определяли в сыворотке (n=184) и слёзной жидкости (n=88) методом иммуноферментного анализа. Статистическая обработка выполнена в IBM SPSS Statistics 25.0. Нормальность распределения проверяли тестом Шапиро–Уилка. Сравнение групп проводили с использованием критериев Краскела–Уоллиса (H) и Манна–Уитни (U) с поправкой Бонферрони ($p<0,008$). Применяли корреляционный анализ по Спирмену. Для оценки диагностической значимости применяли ROC-анализ с расчётом AUC, чувствительности, специфичности, расчет отношения шансов (OR) и 95% доверительного интервала (CI). Различия считали значимыми при $p<0,05$.

Результаты: Уровень NPY в сыворотке крови был максимальным при ГАГ в сравнении с прочими группами исследования ($H=48,5$, $p<0,001$). Относительно контроля содержание NPY в сыворотке крови при ГАГ выше в 1,21 раза ($U=255$, $p<0,001$), при УПЭ – в 1,08 раза ($U=645$, $p=0,001$), при ТПЭ – в 1,10 раза ($U=542$, $p<0,001$). В слёзной жидкости наиболее высокая концентрация NPY отмечена при ТПЭ ($H=16,7$, $p<0,001$). По сравнению с контролем уровень NPY в слезе при УПЭ выше в 1,29 раза ($U=116$, $p=0,003$), при ТПЭ – в 1,36 раза ($U=78,5$, $p<0,001$). Корреляционной связи между концентрацией NPY в сыворотке крови и слезной жидкости не выявлено ни в общей выборке, ни при анализе отдельных групп ($p>0,05$). Уровень NPY в сыворотке крови в качестве самостоятельного маркера ПЭ не достиг статистической значимости ($p>0,05$). При дифференциации ПЭ от других групп (контроль, ГАГ) уровень NPY в слезной жидкости характеризовался AUC = 0,698±0,056 (95% CI: 0,588–0,808; $p=0,001$); при пороговом значении ≥260,45 пг/мл специфичность составила 56,8 (95% CI: 42,2–70,3) %, чувствительность – 75,0 (95% CI: 60,6–85,4) %. Среди пациенток с ПЭ доля лиц с концентрацией NPY в слезной жидкости ≥260,45 пг/мл составила 75,0% (33/44); доля пациенток с ПЭ и концентрацией NPY <260,45 пг/мл – 25,0% (11/44) от общего числа обследуемых ($\chi^2=9,21$; $p=0,002$). Уровень NPY ≥260,45 пг/мл ассоциирован с увеличением вероятности наличия ПЭ (OR=3,95; 95% CI 1,59–9,77).

Заключение: Определение NPY в слезной жидкости может рассматриваться как вспомогательный маркер развития ПЭ и её дифференциации от других гипертензивных расстройств во время беременности, однако умеренная специфичность ограничивает его использование в качестве изолированного теста.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ КЛЕТОК ЭПИТЕЛИЯ КАНАЛЬЦЕВ ПОЧЕК КРЫСЫ НА СТАДИИ ПОЗДНЕГО АПОПТОЗА ПРИ ПРИМЕНЕИИ ЙОГЕКСОЛА С НЕСТЕРОИДНЫМИ ПРОТИВОВСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ И АНТИОКСИДАНТОМ

***Трифанов И.Н.*[1], *Иванов А.С.*[2]**
[1] Воронежский областной клинический консультативно-диагностический центр, Воронеж
[2] Клиническая больница №1 МЕДСИ, Московская область

Лекарственные вещества попадая в ороагнизм воздействуют на него токсически, что особенно сказвается на эпителии канальцев почек и приобретает особую актуальность *in vivo.* Большое количество патологий требует примення рентгенконтрастных феществ для диагностики и сопровождается применением нестероидных противовспалительных препаратов (НПВС) в различных дозах. Сочетание различных доз йогексола на фоне применнеия НПВС способно приводить к развитию острой почечной недостаточности за счет гибели клеток эпителия канальцев, особенно при злокачественных новообразованиях. Изучение количества клеток на поздней стадии апоптоза на фоне применния йогексола и НПВС с коррекцией антиоксидантами представляет особенный интерес.

Материалы и методы. Работа была проведена на 72 самцах крыс Вистар (8-10 недель, массой 200-250 грамм), рандомизированных на 6 групп (n=12) Первой вводили физиологический раствор натрия хлорида 1 мл, остальные получали йогексол в дозе 150 нг/мл однократно, спустя 30 минут третьей группе вводили 10 μM, четвертой - 50 μM раствора диклофенака натрия, пятой - 50 μM ибупрофена, шестой - 3 mM N-ацетилцистеина внутривенно, в область латеральной хвостовой вены. Спустя 24 часа после эвтаназии извлекали почки в стерильных условиях из которых были приготовлены гомогенаты тканей и пределялись клетки на поздней стадии апоптоза методом проточной цитометрии, при статистической значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Во второй группе показатель позднего апоптоза клеток эпителия канальцев почек вырос на 279,18%, в третьей группе на 343,83%, в четвертой группе на 543,95%, в пятой группе на 495,22% и в шестой группе на 129,78% ($p < 0,001$) по отношению к первой группе. В третьей группе показатель позднего апопптоза увеличился на 17,05%, в четвёртой группе на 69,83%, в пятой группе на 56,97%, в шестой группе уровень апоптоза клеток снижался на 39,40% по отношению к показателям второй группы ($p < 0,001$).

Выводы. Применение йогексола действует токсически на эпителий канальшев почек, НПВС усиливают этот эффект, особенно диклофенак натрия. Введение N-ацетилцистеина снижает уровень позднего апоптоза клеток.

ТРИЕР-ТЕСТ В ОЦЕНКЕ ПСИХОСОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК

Толстогузов С.Н.
Тюменский государственный университет, Тюмень

Проблема поиска надёжных биомаркеров стресс-реакций человека остается достаточно актуальной. Показатели вариабельности сердечного ритма (ВСР) комплексно описывают состояние вегетативной регуляции сердечной деятельности и относятся к наиболее чувствительным к стрессовым воздействиям. Особый интерес представляет изучение ВСР

при краткосрочном экспериментально индуцированном психосоциальном стрессе, поскольку такие исследования немногочисленны и дают неоднозначные результаты. Перспективным инструментом лабораторной провокации острого психосоциального стресса является Триер-тест (Trier Social Stress Test, TSST), включающий пять фаз: фоновую, антиципирующую, самопрезентацию, когнитивную нагрузку (обратный счёт) и восстановление.

Цель проведенного исследования – изучение динамики показателей ВСР при краткосрочном интенсивном влиянии факторов психосоциального стресса в условиях Триер-теста у юношей и девушек, обучающихся на 1–2-м курсах высшего учебного заведения.

Проведено проспективное исследование с участием 79 добровольцев (41 девушка и 38 юношей) в возрасте 19–22 лет, обучающихся на 1–2-м курсах очной формы Тюменского государственного университета. Критерии включения: I или II группа здоровья, выраженная мотивация на высокий результат. Критерии исключения: ожирение любой степени, хронические заболевания сердечно-сосудистой или нервной системы. Девушки участвовали в фолликулярную стадию менструального цикла. Острый психосоциальный стресс моделировали с помощью видоизменённого Триер-теста: на каждом из пяти 5-минутных этапов регистрировали кардиоинтервалограмму с последующим анализом ВСР (AVNN, SDNN, RMSSD, pNN50, MxDMn, стресс-индекс, HF, LF, VLF, индекс централизации, индекс вагосимпатического взаимодействия). Субъективное ощущение стресса оценивали по визуально-аналоговой шкале (ВАШ).

Уже с первой (контрольной) фазы при низком уровне субъективных переживаний стресса выявлены межгрупповые различия: у девушек отмечены большая средняя длительность кардиоинтервалов (AVNN), более высокая вариабельность (RMSSD, pNN50), а также меньшие значения LF, индекса вагосимпатического взаимодействия и индекса централизации. Во вторую (антиципирующую) фазу субъективные тревожные переживания усилились в обеих группах, но были более выражены у девушек; в обеих группах зафиксировано увеличение ЧСС и LF, снижение AVNN и HF. Реактивные фазы (самопрезентация и обратный счёт) характеризовались наибольшей выраженностью субъективных переживаний стресса и максимальными изменениями ВСР: рост ЧСС (особенно у девушек при самопрезентации), индекса централизации, индекса вагосимпатического взаимодействия, LF и VLF, MxDMn, SDNN (преимущественно у юношей), снижение AVNN и HF. В пятую фазу при сохранении умеренного субъективного уровня стресса наблюдалось возвращение симпато-парасимпатического равновесия в обеих группах с некоторым симпатоадреналовым преобладанием по интегральным характеристикам ВСР.

Таким образом, у юношей выявлен трофотропный характер изменений активности регуляторных систем при умеренном торможении вагусных влияний на фоне симпатоадреналовой активации в условиях острого психосоциального стресса. У девушек стресс-индуцированные изменения ВСР носили более выраженный эрготропный характер. Динамика характеристик ВСР в лабораторных условиях острого индуцированного психосоциального стресса информативно отражает функциональное состояние организма и изменения симпато-парасимпатической регуляции сердечной деятельности, однако выделение маркеров, специфичных именно для психосоциального стресса, требует дальнейших исследований.

БЛИЖНЯЯ ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД В НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ

Улесикова И.В.
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Существует множество определений понятия функциональное состояние, которое можно охарактеризовать по-разному: смещением психических процессов (восприятие, мышление, память, внимание), изменение работы физиологической системы (центральная нервная система, сердечно-сосудистая, дыхательная, эндокринная и т.д.). Психофизиологический подход к изучению функционального состояния предусматривает изучение по параметрам деятельности, в том числе работоспособности, с учетом ее эффективности.

Актуальность поиска точных методик, позволяющих в режиме реального времени дать исчерпывающую информацию о состоянии человека, его работоспособности, оценить его функциональные резервы, в частности, мозговую активность, не оставляет сомнения. В области нейронаук - это и электроэнцефалография, функциональная магнитнорезонансная томография, магнитоэнцефалография позитронно-эмиссионная томография и ряд других.

Одна из них - функциональная спектроскопия в ближнем инфракрасном диапазоне (fNIRS), позволяющая по изменению церебрального кровотока и изменению концентрации оксигемоглобина (HbO) и дезоксигемоглобина (HbR) судить о функциональном состоянии организма, в частности, мозга. При церебральной fNIRS измерению подвергается уровень сатурации кислорода в коре головного мозга. Чем выше активность того или иного участка коры, тем больше кислорода к нему доставляется. С помощью изменения концентрации HbO и HHb, можно оценить уровень оксигенации. Передатчик передает свет с двумя разными длинами волн. Метод применяется в научных исследованиях и в клинической практике. Методика позволяет оценить активность коры даже во время двигательной активности или повседневных дел пациента.

На базе Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова было проведено исследование. Для оценки гемодинамического ответа коры головного мозга в ближнем инфракрасном диапазоне использовали прибор Cortivision Poton Cap (Польша), укомплектованный 20 оптодами (10 источников и 10 детекторов) с частотой дискретизации 7,8125 Гц. Оптоды неинвазивно размещали в гнезда эластичной шапочки «easycap».

Схема исследования включала в себя этапы: фон с открытыми глазами (30″) – тест «Простая зрительно-моторная реакция» (2′) – тест «Сложная зрительно-моторная реакция» (2′) – тест «Крепелин» (3′) – закрытые глаза перед фотостимуляцией (1′) – фотостимуляция 5 Гц (15″) – отдых (7″) – фотостимуляция 10 Гц (15″) – отдых (7″) – фотостимуляция 15 Гц (15″) – итоговый фон (1′). Для исследования биоэлектрической активности коры головного мозга применяли программно-аппаратный комплекс «Мицар-ЭЭГ 202» (Россия). Исследование проводили по стандартной схеме в положении сидя при открытых и закрытых глазах, а также в режиме фотостимуляции с частотой 5, 10 и 15 Гц.

Показано, содержание кислорода в кровеносных сосудах головного мозга в состоянии покоя прямо коррелирует с выраженностью амплитуды его электрической активности.

Фотостимуляция привела к изменению картины корреляционных связей между показателями fNIRS и ЭЭГ. Наименьшее количество связей отмечено при стимуляции на частоте 10 Гц, при этом сохранялась общая выявленная закономерность: концентрация HbO прямо коррелировала с амплитудой ЭЭГ, а концентрация HbR – обратно.

Фотостимуляция на частоте 10 Гц совпадает с доминирующим ритмом покоя взрослого человека. Навязывание внешнего ритма с частотой, близкой к естественным частотам ритмогенных структур, приводит к снижению жесткости взаимосвязей между электрической

активностью головного мозга и его обеспеченностью кислородом. Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего изучения взаимосвязей показателей fNIRS и показателей ЭЭГ.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФПРИГОДНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Улесикова И.В., Гринчук С.С., Щукина Н.А., Шатыр Ю.А., Моисеев Д.В., Четверня В.И., Ефимов А.А., Мулик А.Б.
Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург

Актуальность. Ежегодно в мире по причине злоупотребления алкоголем умирают миллионы людей, около одного миллиона приходится на жителей Европы. В России годовое потребление алкоголя превышает 18 литров у мужчин и 4 литров у женщин, что приводит к необходимости создания надежных и объективных способов диагностики алкогольной зависимости у населения. Как в России, так и за рубежомдля оценки склонности к алкоголизации, чаще всего, используются опросники, показывающие свою неэффективность в связи с субъективизацией ответов обследуемых. Особую актуальность приобретает развитие инструментальных психофизиологических методов диагностики выявления алкогольной зависимости и возможности объективного скрининга ранних симптомов проявления.

Цель исследования: оценить возможность применения перспективных методик fNIRS и айтрекинга для скрининга алкогольной зависимости у мужчин.

Определена применимость современных методов - оптической томографии (fNIRS) и атрекинга для объективизации скрининга алкогольной зависимости у мужчин. Установлена прямая связь кратности потребляемого алкоголя со снижением интенсивности церебрального метаболизма. Выявлены связи между степенью алкогольной зависимости и комплексом базовых и интегральных показателей айтрекинга.

Материалы и методы. В работе было задействовано 74 клинически здоровых мужчины в возрасте 19-26 лет (средний возраст - 23 года), жителей трех областей: Архангельской, Волгоградской областей, а также Республики Крым. Все обследуемые являлись студентами гражданских вузов. Работа выполнялась в соответствии с принципами Всеобщей декларации о биоэтике и правах человека. Исследование проводилось с оформлением письменного согласия. Работа была одобрена Этическим комитетом при Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), протокол № 295 от 22.10.2024 г. Исследование было поделено на два этапа. Церебральный метаболизм оценивали прибором Cortivision Poton Cap (Польша). Схема исследования по fNIRS включала в себя три блока исследования. Регистрацию глазодвигательных реакций проводили с помощью айтрекера Gazepoint GP3 (Канада). Стимульный материал предъявлялся на ноутбуке с диагональю 15’’ и разрешением экрана 1920 × 1080 пикселей.

Результаты проведенного исследования выявили однонаправленную связь кратности потребляемого алкоголя у мужчин со снижением интенсивности церебрального метаболизма. Определено, что вне зависимости от наличия или отсутствия экзогенной нагрузки (фотостимуляции), интенсивность церебрального метаболизма у мужчин с выраженным потреблением алкоголя существенно снижена по сравнению с лицами, не потребляющими или малопотребляющими алкогольные напитки.

Выводы: анализируя полученные данные, можно сделать вывод о перспективности использования айтрекинга и fNIRS для объективизации оценки склонности человека к потреблению алкоголя.

РЕОРГАНИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МОЗГА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ПАМЯТИ К ВООБРАЖЕНИЮ У ПАЦИЕНТОВ С ПАРАНОИДНОЙ ШИЗОФРЕНИЕЙ

Усенкова А.С., Вартанов А.В.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Проблема разграничения зрительной памяти и зрительного воображения представляет собой один из фундаментальных вопросов в области физиологии мозга. Более того, данная тема имеет существенное клиническое преломление в контексте шизофрении. Однако неинвазивная оценка активности глубинных церебральных структур у пациентов остаётся методологически сложной задачей, что обусловливает актуальность применения оригинальных подходов, позволяющих реконструировать мозговые сигналы по данным скальповой электроэнцефалографии.

Мы предприняли попытку выявить различия в функциональных связях мозга в процессе зрительной памяти и зрительного воображения у пациентов с первым эпизодом параноидной шизофрении с применением метода «виртуально вживлённый электрод».

Обследован 41 участник с первым эпизодом параноидной шизофрении (F20.00, F20.01 по МКБ-10), 27 женщин и 14 мужчин, возраст от 18 до 40 лет. Стимулами служили три 30-секундных видео «от первого лица» с двигательными сценами. ЭЭГ регистрировалась по 19 каналам с двумя мостоидами, частота оцифровки 1 мс, фильтр 30 Гц. Было три серии: зрительное восприятие с просмотром видео, мысленное воспроизведение движения по памяти с закрытыми глазами, зрительное воображение пути в обратном направлении с закрытыми глазами.

Сравнение серий «Память» и «Воображение» проводилось с помощью t-критерия Стьюдента с поправкой на множественные сравнения, также отбирались наиболее сильные связи. Для неинвазивной реконструкции сигнала из глубинных и корковых структур по данным скальповой ЭЭГ применялся метод «виртуально вживлённый электрод».

В ходе анализа была выявлена статистически значимая дифференциация функциональной связи между левой островковой долей и левой зоной Вернике, связь достоверно сильнее в серии «Память» по сравнению с серией «Воображение». Левая островковая доля, играющая ключевую роль в интероцепции, эмоциональной обработке и формировании телесной схемы, и левая зона Вернике, обеспечивающая семантическую интеграцию и концептуальную категоризацию, в серии «Память» демонстрируют согласованную работу механизмов извлечения воплощённого воспоминания, при которой телесные следы прошлого опыта интегрируются с их семантическими репрезентации. В серии «Воображение», требующей конструирования новой пространственной траектории, нагрузка смещается в сторону префронтально-теменных систем пространственного моделирования, что сопровождается ослаблением интероцептивно-семантического взаимодействия.

Память в большей степени связана с интероцептивно-семантической интеграцией воплощённого опыта, а воображение с пространственным моделированием. Полученный результат может отражать нейробиологическую основу трудностей разграничения реального и воображаемого при параноидной шизофрении.

ФИЗИОЛОГИЯ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ, ВНУТРИЧЕРЕПНАЯ «КОМПЛАЕНТНОСТЬ» И АНАТОМИЯ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЭКТОПИЕЙ МОЗЖЕЧКА

Файзутдинова А.Т. [1]***, Богданов Э.И.*** [1,2]***, Курбанов А.И.*** [2]***, Карими Н.*** [1]
[1] **Казанский государственный медицинский университет,**
[2] **Республиканская клиническая больница МЗРТ, Казань**

Естественное течение острой дислокации миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие (БЗО) у пациентов с травмами или инсультами практически всегда заканчивается неблагоприятно. Хроническая церебеллярная эктопия при мальформации Киари также относится к потенциально инвалидизирующей патологии за счет развития интенсивных краниалгий, атаксии, бульбарных и спинальных поражений, включая сирингомиелию. Ведущим звеном патогенеза рассматриваемых форм патологии является нарушение ликвородинамики на уровне задней черепной ямы (ЗЧЯ) и краниоцервикального перехода, а методом лечения – хирургическая декомпрессия ЗЧЯ. Недостаточная эффективность данного метода (до 30% при хронической эктопии) обусловила необходимость углубленного изучения клинико-физиологических и анатомических особенностей рассматриваемой патологии. Целью работы был анализ литературных данных, а также представление результатов собственных исследований по проблеме.

Для диагностики клинически манифестной хронической формы церебеллярной эктопии - синдрома Киари – консенсус экспертов в 2022 году предложил три обязательных критерия: затылочная головная боль, провоцируемая приемом Вальсальвы, кашлем, физической нагрузкой; симптомокомплекс мозжечковых, стволовых или спинальных поражений; отоневрологические нарушения. Выбор хирургических манипуляций – декомпрессии ЗЧЯ, дурапластики и резекции церебеллярных миндалин – основан на клинико-анатомических данных.

Относительно новым направлением в изучении хронической эктопии стали инвазивные исследования физиологии ликвородинамики, которые позволили рассчитать показатель «внутричерепной комплаентности», отражающий компенсаторный резерв мозга при повышении внутричерепного давления. Было предложено использовать данный показатель для выбора хирургических подходов: при высокой комплаентности достаточна декомпрессия ЗЧЯ, а при низкой – требуется предварительное вентрикулоперитонеальное шунтирование. Клинико-МРТ коррелятами низкой комплаентности являются дизестезия и теснота на уровне БЗО. Инвазивность методики оценки комплаентности затрудняет ее широкое внедрение и применение на популяции здоровых лиц, а также обусловливает интерес к поиску неинвазивных методик оценки ликвородинамики. Продолжение клинико-МРТ исследований позволило выделить пять показателей, уменьшение которых может служить маркерами ликвородинамической патологии: положение обекса, передне-задний диаметр и площадь БЗО, высота костной части и верхних ликворных пространств ЗЧЯ. Необходимо отметить, что уменьшение/теснота БЗО выявляется в качестве негативного фактора в клинико-анатомических и в клинико-физиологических исследованиях. Продолжение исследований позволит определить клиническую значимость данных показателей при различных видах церебеллярной эктопии.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-КЛЕТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МИОКАРДЕ КРЫС ПРИ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Фахретдинова Ю.Я., Балыкин М.В.
Ульяновский государственный университет, Ульяновск

Введение. Интенсивные физические нагрузки (ФН) сопровождаются увеличением метаболических потребностей организма и формированием компенсаторно-приспособительных механизмов сердечно-сосудистой системы. Адаптация сердца к ФН включает, как функциональные, так и структурные изменения сосудов микроциркуляции миокарда, в основе которых лежат активация сигнальных каскадов и регуляция экспрессии генов, обеспечивающие долговременную адаптацию сердца к ФН.

Цель исследования: оценить сосудисто-тканевые изменения и экспрессию *HIF1A, HIF2A и VEGF-A* в миокарде в процессе адаптации к интенсивной мышечной деятельности.

Материалы и методы. Исследование проводили на крысах-самцах линии Вистар (n=72). ФН включали ежедневное плавание крыс до полного утоления с грузом, фиксированным у основания хвоста (2–10% массы тела) в течение 30 дней. Животных выводили из эксперимента на 1, 15 и 30 сутки (раствор гексенала и KCl). Образцы миокарда левого желудочка окрашивали гематоксилин-эозином, определяли диаметр и количество мышечных волокон и капилляров. В гомогенате миокарда методом ОТ-ПЦР оценивали экспрессию мРНК *HIF1A, HIF2A и VEGF-A* гена, кодирующего фактор роста эндотелия сосудов (VEGF).

Результаты исследования. После однократной ФН отмечается развитие артериальной гипоксемии и метаболического ацидоза, сопряженных с интенсивной мышечной деятельностью. Возникающий дефицит кислорода способствует активации гипоксия-чувствительных механизмов, центральное место среди которых занимают гипоксия-индуцируемые факторы HIF. В 1 сутки ФН отмечается повышение экспрессии *HIF1A* и *HIF2A*, сохраняющееся к 15 и 30 суткам, что свидетельствует о продолжающейся активации HIF-зависимых механизмов при длительном воздействии ФН. Транскрипционные факторы HIF-1α и HIF-2α, кодируемые генами *HIF1A* и *HIF2A*, выступают одним из механизмов регуляции экспрессии *VEGF-A,* синтезируемый белок которого участвует в процессах васкуляризации миокарда. Начиная с 1 суток ФН экспрессия *VEGF-A* возрастает и достигает максимума к 30 суткам по сравнению с контролем. Динамика молекулярных изменений согласуется с сосудисто-тканевыми перестройками: на ранних сроках ФН преобладают реактивные изменения, которые по мере увеличения продолжительности ФН сменяются увеличением общего количества капилляров и капиллярно-мышечного соотношения, что свидетельствуют об улучшении кровоснабжения миокарда и формировании структурных признаков адаптации сердца к гипоксии.

Заключение. Адаптация сердца к интенсивной мышечной деятельности характеризуется ранними реактивными сосудистыми изменениями; по мере увеличения длительности ФН (30 сутки) отмечается ремоделирование сосудов микроциркуляции, капилляризация миокарда, на фоне повышенной экспрессии мРНК генов *HIF1A, HIF2A* и *VEGF-A*, что позволяет предположить их ключевую роль в регуляции сосудистой адаптации сердца к физическим нагрузкам.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ОКСИДА АЗОТА В ФОРМИРОВАНИИ УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА НА ПОСТУКИВАНИЕ ПО РАКОВИНЕ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ

Федоров Д.Г.[1], Богодвид Т.Х.[1,2], Муранова Л.Н.[2,3]
[1] Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань
[2] Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань
[3] Казанский физико-технический институт КазНЦ РАН, Казань

Исследования роли оксида азота (NO) в жизнедеятельности организмов начались вскоре после обнаружения регуляции им нормального сосудистого тонуса, как медиатора вазодилатации. NO является внутри- и межклеточным посредником, выполняющим различные сигнальные функции, его молекула синтезируется в ответ на физиологическую потребность в клетке из L-аргинина с участием NO-синтазы (NOS), активирующейся увеличением содержания ионов Ca^{2+}. Множество исследований посвящены тому, как NO участвует в жизненно важных функциях, от регуляции давления крови и иммунной защиты до сигнализации в нервной системе. Однако, несмотря на то, что на сегодняшний день накопилось огромное количество данных о его сигнальных мишенях, однозначное мнение на этот счет отсутствует.

Актуальным является рассмотрение влияния NO на разные формы обучения. Одними из наиболее подходящих животных для исследования клеточных механизмов памяти и обучения являются моллюски, так как они обладают относительно простой нервной системой и довольно сложным поведенческим репертуаром. Поэтому целью исследования было изучение эффектовнеспецифического блокатора NO-синтазы L-NAME и донора NO нитропруссида натрия на формирование условного оборонительного рефлекса на постукивание по раковине у виноградной улитки.

Материалы и методы. Эксперименты проводились на улитках вида *Helix lucorum*. Первая группа улиток служила контролем, их не обучали и им не производили никакие инъекции. Вторая группа, это улитки, у которых формировали условный оборонительный рефлекс на постукивание по раковине. Эта группа была разбита на 2 подгруппы: одним производили инъекцию блокатора NO-синтазы L-NAME, а вторая подвергалась иньекции донора NO нитропруссида натрия.

Результаты и обсуждение. Найдено, что донор NO нитропруссид натрия ускоряет формирование условного оборонительного рефлекса на постукивание по раковине, а блокатор NO-синтазы L-NAME - замедляет.

Заключение. Большой интерес вызывают работы по изучению роли NO в обучении. Полученные результаты дают новую информацию и демонстрируют, что избыточное количество оксида азота и его недостаток влияют на процесс обучения противоположным способом.

ВЛИЯНИЕ РАННЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЫШЕЙ К АНКСИОЛИТИЧЕСКОМУ ЭФФЕКТУ СУБТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ДОЗ СУЛЬПИРИДА

Хабарова О.О. [1]***, Правикова П.Д.*** [2]
[1] **Новосибирский государственный университет, Новосибирск**
[2] **Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, Новосибирск**

Ранняя социальная изоляция — модель хронического стресса, изменяющая локомоцию и тревожно-подобное поведение. Дофаминовые D2-рецепторы (D2R) обеспечивают ауторегуляцию передачи. Цель — оценка влияния ранней изоляции на тревожность мышей C57BL/6 при введении антагониста D2R сульпирида в субтерапевтических дозах.

Самцов мышей C57BL/6 (n=7–10) изолировали индивидуально с 21-го дня на 7 недель; контроль содержали группами. Сульпирид (Sigma, США) вводили в субтерапевтических дозах вн/бр (2,5 и 5,0 мг/кг) за 30 мин до тестов «открытое поле» (ОП) и «приподнятый крестообразный лабиринт» (ПКЛ). Стат. анализ: критерии Манна–Уитни, Краскела–Уоллиса, ANOVA с тестом Tukey ($p<0,05$).

В ОП сульпирид не изменял путь групповых мышей. Изоляция вызывала гиперлокомоцию (путь: 43,4±21,3 м против 24,5±12,5 м в контроле; $p=0,0496$), не компенсируемую препаратом. Независимо от условий содержания препарат влиял на характеристики вертикальных стоек: при групповом содержании доза 5,0 мг/кг увеличивала латентный период первой стойки (65,3±42,8 с против 21,7±8,6 с в контроле; $F(2;24)=5,75$, $p=0,009$); у изолированных животных наблюдалась тенденция к его снижению при 5,0 мг/кг (19,0±10,5 с против 45,6±31,5 с в изолированном контроле; $F(2;22)=3,14$, $p=0,063$).

В ПКЛ изоляция увеличивала пройденный путь (6,7±0,8 м против 5,1±1,1 м; $p=0,0093$), доза 2,5 мг/кг снижала его у изолированных до 4,8 ± 1,4 м ($F(2,22)=6,33$, $p=0,0067$). Изоляция повышала покрытие закрытых рукавов без изменения времени в открытых. У групповых мышей сульпирид дозозависимо снижал покрытие закрытых рукавов (контроль: 0,96±0,03; 2,5 мг/кг: 0,7±0,2; 5,0 мг/кг: 0,7±0,3; $F(2;25)=4,79$, $p=0,017$). У изолированных обе дозы снижали покрытие закрытых рукавов, а 5,0 мг/кг значимо увеличивала время в открытых рукавах (36,9±24,6% против 10,8±6,3% в контроле; $H(2;25)=7,95$,$p=0,0188$), снижая тревожность. Кроме того, у изолированных мышей доза 2,5 мг/кг активировала риск-оценочное поведение, повышая число свешиваний ($F(2,22)=3,68$, $p=0,049$).

Ранняя изоляция формирует поведенческий фенотип с повышенной локомоцией и измененной пространственной структурой исследовательской активности. Субтерапевтические дозы сульпирида дозозависимо модифицируют этот профиль у изолированных мышей: доза 2,5 мг/кг снижает двигательную активацию и усиливает риск-оценочное поведение, а 5,0 мг/кг оказывает выраженный анксиолитический эффект, избирательно увеличивая время пребывания в открытых рукавах. Ранняя социальная депривация качественно изменяет чувствительность к блокаде D2R, что указывает на функциональную перестройку дофаминергической системы.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИШЕМИИ КАК ДЕТЕРМИНАНТА ОБРАТИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА КРЫСЫ ПРИ РЕПЕРФУЗИИ

Хисамиева Л.И., Хабибрахманов И.И., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Ишемия миокарда остается ключевой проблемой кардиохирургии, поскольку даже успешная реперфузия нередко сопровождается реперфузионным повреждением, сердечной недостаточностью и нарушением сократительной функции. Особого внимания требует поиск эффективных способов защиты миокарда, основанных на понимании зависимости постишемического восстановления от продолжительности ишемического эпизода. Целью работы явилось изучение влияния ишемии разной длительности на восстановление функциональных показателей деятельности изолированного сердца крысы.

Эксперименты выполнены на белых беспородных крысах-самцах. Сердце извлекали и перфузировали по методике Лангендорфа раствором Кребса–Хензеляйта при нормотермии и постоянном давлении. После стабилизации моделировали тотальную ишемию различной длительности с постепенным снижением температуры миокарда и последующей реперфузией. В ходе эксперимента регистрировали внутрижелудочковое давление, систолическое и диастолическое давление левого желудочка, давление, развиваемое левым желудочком, частоту сердечных сокращений и объемную скорость коронарного потока. Методика позволила оценить как сократительную активность миокарда, так и состояние коронарных сосудов.

Установлено, что реперфузия после ишемии сопровождается угнетением сократительной активности сердца: частота сердечных сокращений и давление, развиваемое левым желудочком, восстанавливались неполно, а диастолическое внутрижелудочковое давление возрастало. Степень восстановления зависела от длительности ишемии: более продолжительная ишемия приводила к менее выраженному восстановлению сократимости и более стойкому повышению диастолического давления. В раннем реперфузионном периоде сердца, перенесшие более длительную ишемию, иногда демонстрировали быструю начальную реакцию, однако в дальнейшем у них развивалась выраженная депрессия функциональных параметров, вплоть до временной асистолии. Кратковременная ишемия сопровождалась более плавным и полным восстановлением насосной функции.

Показатели коронарного потока в период реперфузии после непродолжительной и умеренной ишемии увеличивались относительно исходного уровня, что отражает компенсаторную вазодилатацию. После продолжительной ишемии такого прироста не наблюдалось, что указывает на дисфункцию коронарных артерий и снижение их способности к вазодилатации. Это может усугублять недостаточность кровоснабжения миокарда в постишемическом периоде.

Таким образом, восстановление деятельности изолированного сердца крысы после ишемии определяется ее длительностью. По мере удлинения ишемического периода происходит переход от обратимых функциональных нарушений к более глубоким и необратимым структурно-функциональным повреждениям. Полученные данные обосновывают необходимость дифференцированного подхода к защите миокарда с учетом продолжительности ишемии и состояния коронарного русла.

НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ У ЖЕНЩИН

Частикова А.Е., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург

Введение. Флешбеки относятся к характерным симптомам посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) и сопровождаются переживанием травмы как происходящей сейчас. Повышенная распространённость ПТСР у женщин определяет актуальность изучения особенностей травматической памяти. Взаимное влияние нейронных, гормональных и индивидуальных факторов повторного переживания травмы остаётся недостаточно изученным.

Цель. Обобщить современные данные о механизмах формирования и повторного переживания травматических воспоминаний у женщин.

Материалы и методы. Проведен обзор отечественных и зарубежных научных публикаций. Поиск литературы проводился в PubMed, eLIBRARY.RU и Google Scholar с использованием сочетаний ключевых слов по темам ПТСР, флешбеков, травматической и эпизодической памяти, половых различий и гормональной регуляции. Рассматривались оригинальные исследования, систематические обзоры и метаанализы.

Результаты. Обобщённые данные указывают на большое значение взаимодействия гиппокампа, миндалины и префронтальной коры в формировании и воспроизведении травматического опыта. Сильный стресс может усиливать энграммы эмоционально значимых элементов события при менее точном сохранении их пространственно-временного контекста. Рассогласование этих компонентов памяти рассматривается как один из возможных механизмов флешбеков. У женщин эти процессы могут изменяться в зависимости от гормонального состояния и особенностей стрессорного ответа. Имеющиеся данные не позволяют выделить единую фазу менструального цикла, определяющую повышенную уязвимость к повторному переживанию травмы. При этом эффекты гормонов многообразны и зависят от особенностей их метаболизма, распределения рецепторов и взаимодействия гормональных систем. Генетические и эпигенетические особенности могут быть основой для чувствительности к стрессу и гормональным воздействиям. Исходя из этого предложена гипотеза о том, что совместное действие гормональных, генетических и эпигенетических факторов может затруднять восстановление пространственно-временного контекста травмы и использование памяти безопасности. Предполагается, что при этом эмоционально-сенсорные составляющие воспоминания реактивируются без достаточной информации об их принадлежности прошлому, создавая условия для переживания травматического события как происходящего в настоящем.

Выводы. Флешбеки у женщин могут быть связаны с рассогласованием реактивации эмоционально-сенсорных компонентов травматической памяти и восстановления её пространственно-временного контекста, а также с недостаточным использованием памяти безопасности. Согласованное влияние гормональных, генетических и нейронных факторов требует дальнейшего изучения.

Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные научные исследования (FGWG-2025-0019).

ПОСТПРАНДИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПИЩЕВОГО АРГИНИНА В ТОНКОЙ КИШКЕ ЛАБОРАТОРНОЙ КРЫСЫ

Чжан Исинь, Каравай Т.В., Чумак А.Г.
Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

Два имени выдающихся выпускников Казанского университета связывают историю кафедры физиологии человека и животных БГУ и Казанскую школу физиологии. Член – корреспондент АН БССР Иван Андреевич Ветохин, ученик профессора А. Ф. Самойлова, заведовал одновременно кафедрой нормальной физиологии Минского медицинского института, и кафедрой физиологии человека и животных БГУ в 1936 – 1951 гг. Он был одним из основателей Института теоретической медицины Академии наук БССР, преобразованного позднее в Институт физиологии, и первым Председателем Белорусского общества физиологов. Профессор Георгий Семенович Юньев возглавлял кафедру физиологии человека и животных БГУ в 1950 – 1971 годах. Оба развивали электрофизиологические методы исследования и внесли огромный вклад в формирование современной физиологии в Беларуси. Одним из ярких открытий, высоко оцененных А. Ф. Самойловым, явился феномен кольцевого возбуждения в краевом органе медузы, выявленный И. А. Ветохиным. Циклические процессы изучал и профессор Г. С. Юньев, он в соавторстве с Н. Л. Гурвичем обосновал метод дефибрилляции сердца.

Сегодня на кафедре физиологии человека и животных БГУ продолжаются исследования циклических процессов в электрически активных органах. Предложено использовать явление генерации основного электрического ритма гладких мышц кишки, по своей сути тоже являющегося циклическим процессом, для анализа действия пищевых веществ на кишечник.

Для экспериментов лабораторные белые крысы в виварии содержались в соответствии с действующими стандартами. Чай (производства КНР) заваривали из 5 г сухих листьев в 300 мл горячей воды. Запись и анализ потенциалов кишки производили с применением аппаратно-программного комплекса «Нейрон-Спектр-4П» («Нейрософт» Россия).

В экспериментах на наркотизированных уретаном (1 г/кг) крысах установлено, что введение в просвет кишки 0,5 мл раствора L-аргинина (2,5 – 5 мг, БАД для спортивного питания производства Амброзия Супхерб, Израиль) сопровождалось достоверным снижением амплитуды волн основного электрического ритма примерно в 2,5 раза и угнетением потенциалов сокращений. Эффект сохранялся до 20 минут регистрации. Таким же тормозным эффектом обладал экстракт черного чая. Помещение в просвет кишки 10 мг ингибитора NO синтазы L-NAME в 0,5 мл физраствора вызывало моторную реакцию кишки, показателем чего служила интенсификация потенциалов гладких мышц кишки (от 20,2□1,1 мкВ, до 60,5□1,8 мкВ, P □0,001). Эффект доказывает NO-зависимый механизм действия L-аргинина. Экстракт чая, в который добавляли L-аргинин, обладал самым выраженным эффектом.

С помощью цифрового микроскопа Discovery Artisan 64 (КНР) и программного обеспечения Image J, и R Studio в сочетании с GraphPad Prism анализировали степень расширения вен кишки. Введенная в просвет органа вытяжка чая в течение 20 минут приводила к большему расширению сосудов, чем вода, но наибольший эффект вызывал экстракт чая, обогащенный L-аргинином (в 1,6 раза по сравнению с контролем).

Таким образом, выявлено тормозящее влияние на моторику экстракта чая, связанное с имеющимся там L-аргинином. При этом обнаружено усиление всасывания жидкости после внутрипросветного введения чая и «чайного» раствора L-аргинина, поскольку зафиксировано достоверное расширение вен, несущих кровь в портальную систему печени.

ТЯЖЕСТЬ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ ОПРЕДЕЛЯЕТ ОТВЕТ НА ИНГИБИТОРЫ VDAC ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИИ ДЮШЕННА

Черепанова А.А., Степанова А.Е., Игошкина А.Д., Дубинин М.В.
Марийский государственный университет, Йошкар-Ола

При мышечной дистрофии Дюшенна (МДД) результаты доклинических исследований часто не переносятся в клинику. Одна из причин в том, что классическая модель мышей линии *mdx* имеет мягкий фенотип и не отражает прогрессирующее течение болезни у пациентов. Ключевую роль в прогрессировании МДД играет кальциевая перегрузка митохондрий. Для ее коррекции предлагают ингибиторы потенциал-зависимого анионного канала (VDAC), однако неизвестно, как исходное состояние митохондрий влияет на эффект этих препаратов. Целью работы было сравнить действие ингибиторов VDAC (VBIT-4 и олесоксима) при мягкой (*mdx*) и тяжелой (D2.DMDel8-34) моделях МДД и оценить, как исходная выраженность митохондриальной дисфункции определяет ответ на терапию.

Работа выполнена на мышах четырех линий: C57BL/10ScSn-*mdx*, C57BL/10 (WT), D2.DMDel8-34 и DBA/2. Препараты вводили внутрибрюшинно (20 мг/кг через день, 4 недели). Оценивали дыхание митохондрий, кальциевый гомеостаз, ультраструктуру, активность кальпаинов, уровень 4-HNE, уровень стресса эндоплазматического ретикулума, гистологию, сывороточные маркеры и функциональные тесты.

В тяжелой модели D2.DMDel8-34 VBIT-4 снижал кальциевую перегрузку митохондрий, повышал устойчивость к открытию MPT-поры, улучшал ультраструктуру органелл, снижал активность кальпаинов и стресс эндоплазматического ретикулума, уменьшал кальцификацию и фиброз. При этом дыхание не восстановилось, окислительный стресс не снизился, а прирост мышечной силы не сохранялся после нагрузки. В модели *mdx* ни VBIT-4, ни олесоксим значимого эффекта не дали.

Полученные данные позволяют заключить, что эффективность ингибиторов VDAC зависит от исходного состояния митохондрий. В модели *mdx* компенсаторные возможности клетки достаточны для поддержания функции органелл, поэтому модуляция VDAC не дает заметного результата, что согласуется с высокой регенеративной способностью мышц *mdx* мышей. В тяжелой модели митохондриальная дисфункция становится центральным звеном патогенеза, и ее коррекция приводит к заметному, хотя и не полному, улучшению.

ОЦЕНКА КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЖИВОТНЫХ В МИНИСУРДОКАМЕРЕ С ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГИСТРАЦИЕЙ ДИНАМИКИ ДОФАМИНА

Черкассова Р.Д., Трактиров Д.С., Тимербулатов И.Р., Сизов В.В., Пестерева Н.С.
Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург

Оценка когнитивных способностей животных является важной задачей экспериментальной нейрофизиологии. Для исследования памяти и обучения применяют поведенческие установки: лабиринты (Y-лабиринт, водный лабиринт Морриса, 8-лучевой лабиринт) и установки для выработки условного рефлекса активного избегания (УРАИ), в которых животное учится перемещаться в ответ на условный сигнал для избежания воздействия электрического тока.

В качестве безболезненной альтернативы данным установкам нами предложена минисурдокамера (патент на полезную модель № 218600 U1) – цилиндрическая звуко- и светонепроницаемая камера с системой регистрации поведения и подачи аудиовизуальных

стимулов. Программное обеспечение автоматически определяет положение животного, его пространственные координаты, траекторию и скорость перемещения, что позволяет оценивать локомоторную активность и поведенческие реакции без личного вмешательства исследователя. Отсутствие углов и симметричная форма камеры препятствуют длительному нахождению животного в фиксированной точке и уменьшают влияние пространственного положения на поведение. В установке возможно задавать освещенность в диапазоне 3-300 лк, фиксировать оптимальную температуру для животного, а также исследовать реакцию на звуковые стимулы в диапазоне 20-20 000 Гц.

Исследование формирования условного рефлекса у свободнопередвигающихся крыс (n=12) проводилось в минисурдокамере одновременно с регистрацией динамики дофамина методом быстросканирующей циклической вольтамперометрии (БСЦВА). Нейтральным стимулом служила классическая музыка, условным – яркий свет. Для прекращения светового воздействия животному необходимо было переместиться на 10 см. В качестве положительного подкрепления применяли стимуляцию вентральной области покрышки (ВОП) пороговым током, сопровождавшуюся выбросом дофамина. При невыполнении задачи подавали поток воздуха. Продолжительность ежедневной сессии составляла 20 мин.

В течение первых 8 дней исследовалась эффективность выработки условного рефлекса. К 7-му дню доля успешных выполнений требуемого действия достигала 92,5 ± 8,1%. Наиболее выраженное увеличение показателя (25%) отмечено при переходе от 4-го к 5-му дню обучения. Наибольшее увеличение уровня дофамина в ответ на нейтральный стимул наблюдалось на 4-й и 8-й дни обучения, однако выраженность ответа существенно различалась между животными.

На 9-13-е сутки проводилось исследование самостимуляции. Животные получали ток 20-50 мкА в ВОП при выполнении условного паттерна – подъема головы на 38° (длительность сеанса 10 минут, стимуляция могла осуществляться не чаще одного раза в секунду.). Количественная обработка данных БСЦВА в настоящее время продолжается.

Таким образом, сочетание регистрации поведения и БСЦВА позволяет одновременно оценивать эффективность выполнения условного действия и динамику дофаминового сигнала, что делает установку перспективной для исследования нейрохимических механизмов обучения.

Работа профинансирована грантом РНФ № 26-75-10108.

СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ МОЛОДЕЖИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

Чиглинцев В.М., Муртукова М.С.
Нижневартовский медицинский колледж, Нижневартовск

На сегодняшний день очень жестко стоит проблема здоровья подрастающего поколения. Если в советское время процент полностью здоровых людей составлял не менее 20% от общего числа людей, то на сегодня данная цифра очень катастрофичная и составляет в районе 5%. Это связано с научно-техническим прогрессом, который принес с собой: фасфуды, электронные сигареты, гаджеты, малоподвижный образ жизни и др. Президент Российской федерации В. В. Путин поставил задачу укрепить и сохранить здоровье население России и в первую очередь подрастающее поколение посредством развития бесплатного спорта. Таким образом, спортивная деятельность должна доступна всем слоям населения, а не тем, у кого позволяют финансы. Должны открываться спортивные площадки, оснащенные доступными тренажерами, проводится и популяризироваться соревнования на

разных уровнях, в школах, колледжах, вузах проводится интерактивные игры, патриотические мероприятия и др. Все это делается для того, чтобы было больше здоровых людей и которые передавали данные традиции молодому поколению. Следовательно, применение различных здоровьесберегающих технологий и соблюдение мер профилактики здорового образа жизни в молодежной среде – является основной задачей не только семьи, образовательных учреждений, но и социума в целом. Целью работы было выявление уровня знаний студентов 1–2 курсов по профилактики здорового образа жизни. Исследование проводили в 2026 году среди студентов 1–2 курсов Нижневартовского медицинского колледжа среди всех направлений: Количество обследуемых студентов составило 100 человек возрастной группы от 16 до 18 лет. В качестве основного метода исследования было проведено анонимное анкетирование и тестирование. По результатам наших исследований мы выявили, что первокурсники и второкурсники демонстрируют как общие тенденции в отношении здоровья, так и значимые различия, связанные с адаптацией к учебному процессу. В то время как первокурсники сталкиваются с проблемами усталости и нехватки времени, второкурсники имеют более выраженные проблемы с нервной системой, но при этом демонстрируют более высокую спортивную активность и лучшее понимание теоретических основ здоровья. Рекомендуется дифференцированный подход в программах укрепления здоровья: для 1 курса - помощь в адаптации и тайм-менеджменте, для 2 курса - поддержка нервной системы и развитие уже сформированных здоровых привычек. Общий уровень грамотности в вопросах ЗОЖ требует улучшения у обоих курсов, особенно в области понимания комплексности здоровья и индивидуальных потребностей организма.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОК КОЛЛЕДЖА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Чиглинцев В.М., Шурыгина К.Е.
Нижневартовский медицинский колледж, Нижневартовск

Потребление организма кислородом происходит благодаря регуляции не только сердечно-сосудистой системы, но и респираторной системы. В организме человека дыхательная система выполняет множество различных функций: доставляет кислород в легкие и дальше по всему организму обеспечивая работу всех органов и систем, выводит углекислый газ, терморегуляцию, не пропускает в организм пылевые частицы, а также участвует в важном процессе – образование звуков и речи. В данной статье описаны основные показатели газообмена при различных воздействиях на студентов Нижневартовского медицинского колледжа женского и мужского пола 16–18 лет. 1, 2, 3 курсов. На данных студентов мы изучили респираторную систему, которая состоит из совокупности органов и тканей, обеспечивающих газообмен между кровью и внешней средой в организме студентов. В организме человека дыхательная система выполняет множество различных функций: доставляет кислород в легкие и дальше по всему организму обеспечивая работу всех органов и систем, выводит углекислый газ, терморегуляцию, не пропускает в организм пылевые частицы, а также участвует в важном процессе – образование звуков и речи и др. Во время выполнения двигательных действий наблюдается повышение потребления кислорода организмом человека из-за повышения энергозатрат, что увеличивает внешнее дыхание. Поэтому, функция респираторной системы регулируется интенсивностью потребления кислорода и выделением углекислого газа. Эксперимент проводили в первой половине дня до обеда на юношах и девушках. До эксперимента провели опрос о состоянии здоровья студентов: проверили частоту дыхания, пульс, имеются ли

вирусные заболевания, артериальное давление. После этого разделились по два человека и под контролем преподавателя выполняли исследования по изучению газообмена при различных усилиях.

По данным исследования динамики показателей частоты дыхания и задержки дыхания при различных воздействиях у девушек 1–3 курсов, мы выявили: 1. частота дыхания в покое лучше были у студенток 1 и 2 курсов, а выше у студенток 3 курса при средних показателях нормы 19 дыхательных движений грудной клеткой; 2. после задержки дыхания на глубоком вдохе мы получили следующие результаты: наилучшими показателями были у студентов 2 курса – 71 сек. и наименьшими у студенток 1 курса – 59 сек, однако данные показатели соответствуют норме; 3. при задержке дыхания после обычного выдоха лучшим результатом был у студенток так же 2 курса – 38 сек, а наименьшим результатом у студенток 3 курса – 33 сек.; 4. после задержки дыхания с 20 приседами лучшие данные дыхательной системы были у студенток также 2 курса – 31 сек., а наименьшими у студенток 1 курса – 22 сек.; 5. после задержки дыхания после отдыха на спокойном вдохе вновь лучшие показатели наблюдались у студенток 2 курса – 55 сек., а наименьшими у студенток 3 курса – 36 сек. Следовательно, по нашим результатам мы видим что практически по всем показателям наиболее развитая дыхательная система у студенток 2 курса, чем у 1 и 3 курсов, возможно это связано с тем, что данные студенты больше времени отводят физической культуре и ведению здорового образа жизни.

РЕГУЛЯТОРНЫЕ ВЛИЯНИЯ НЕРВНОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У ДЕТЕЙ

Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Развитие регуляторных систем в онтогенезе происходит своевременно, обеспечивая оптимальную адаптацию организма к специфическим условиям конкретного возрастного периода. Важнейшим фактором выступает симпатоадреналовая система (САС)**,** через нервные и гормональные каналы, она управляет вегетативными процессами в организме**.** Склонность большинства современных детей к вегетативной нестабильности повышает вероятность формирования вегетативных дисфункций. В основе различных форм таких расстройств может лежать как избыточная активность симпатоадреналовой системы (САС), так и повышенная чувствительность адренорецепторов сердечно-сосудистой системы к воздействию катехоламинов. Комплексное изучение параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) и биохимических показателей с учетом тонуса ВНС позволило судить о роли КА в обеспечении гемодинамических эффектов. В исследовании приняли участие дети младших классов. Для оценки состояния САС определяли уровень экскреции адреналина (А), норадреналина (НА), дофамина (ДА) и ДОФА с суточной мочой. О состоянии ССС судили на основании метода грудной тетраполярной реоплетизмографии. Исходный вегетативный тонус у детей определяли методом вариационной пульсометрии. Степень сопряженности показателей оценивалась по методу парной корреляции. В качестве функционального теста использовалась локальная статическая нагрузка. Статическая нагрузка вызывает у детей полярные адаптивные ответы в зависимости от типа вегетативной нервной регуляции. У симпатотоников преобладает сосудистый тип реагирования. Активация САС и рост экскреции норадреналина (НА) приводят к выраженному увеличению ОПСС и ДАД на фоне снижения ударного и минутного объемов крови (УОК, МОК). НА здесь выступает главным регулятором сосудистого тонуса. У ваготоников статическое

усилие истощает резервы САС (падает экскреция НА), что ведет к быстрому утомлению ССС. В период реституции у них компенсаторно растут ЧСС и ОПСС при стойком снижении УОК и МОК, а корреляция между катехоламинами и показателями сердечного выброса нарушается.

Вывод**:** Исходный вегетативный тонус модулирует тесноту связей между ССС и САС, формируя индивидуальные гормонально-вегетативные механизмы адаптации к физическому напряжению.

МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ПОНТОЦЕРЕБЕЛЛЯРНОЙ ГИПОПЛАЗИИ ТИПА 2: ПАТОГЕНЕЗ И ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ

Шаршакова А., Аюпова А.И., Царегородцева Т.С., Ризванов А.А., Соловьева В.В.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

Понтоцеребеллярная гипоплазия типа 2 (ПЦГ2) — редкое аутосомно-рецессивное нейродегенеративное заболевание, обусловленное преимущественно биаллельными вариантами гена *TSEN54*. Клинически характеризуется гипоплазией мозжечка и вентральных отделов моста, двигательными нарушениями, дисфагией, эпилепсией, прогрессирующей микроцефалией и тяжелой задержкой развития. Точная распространенность не установлена; для наиболее частой формы ПЦГ2А ориентировочно указывается менее 1 случая на 200 000 населения, однако в отдельных изолированных популяциях возможны более высокие значения вследствие эффекта основателя. В России систематические популяционные данные отсутствуют.

Цель работы — обобщить современные представления о молекулярных механизмах ПЦГ2 и оценить научные предпосылки для патогенетической терапии. Проведен анализ научной литературы и специализированных баз данных по редким наследственным заболеваниям.

TSEN54 кодирует субъединицу эндонуклеазного комплекса сплайсинга транспортной РНК (TSEN). Комплекс TSEN удаляет интроны из предшественников тРНК; нарушение его сборки или ферментативной активности приводит к дефектам процессинга тРНК, изменению клеточного гомеостаза и белкового синтеза. Особенно уязвимыми оказываются развивающиеся нейроны, что объясняет раннюю манифестацию и тяжелое течение заболевания. Причины преимущественного поражения мозжечка и вентральных отделов моста остаются изученными не полностью. Специфическая патогенетическая терапия ПЦГ2 в настоящее время отсутствует; применяются методы симптоматической поддержки.

Обсуждаются перспективы генозаместительного подхода, направленного на восстановление функционального TSEN54 в клетках-мишенях. Показано, что успех таких стратегий зависит не только от эффективной доставки, но и от своевременности вмешательства: раннее начало патологического процесса ограничивает терапевтическое окно, поэтому коррекция первопричины может предупреждать дальнейшее повреждение, но не всегда восстанавливает уже утраченные нейрональные структуры. В связи с этим рациональной представляется многоуровневая стратегия, сочетающая этиологическую коррекцию с нейропротекцией и подходами, поддерживающими нейропластичность. Для развития этого направления необходимы ранняя молекулярная диагностика, изучение естественного течения ПЦГ2 и создание регистров пациентов.

Работа выполнена за счет предоставленного в 2026 году Фондом науки и технологий Республики Татарстан гранта на осуществление фундаментальных и поисковых

исследований в научных и образовательных организациях, предприятиях и организациях реального сектора экономики Республики Татарстан.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЙТРЕКИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ К РИСКУ ФОРМИРОВАНИЯ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ У МУЖЧИН

Шатыр Ю.А., Мулик А.Б, Емельянов Ю.А., Ефимов А.А., Моисеев Д.В., Улесикова И.В.
Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, Санкт-Петербург

Целью исследования являлось определение диагностических перспектив применения технологии айтрекинга с использованием визуальных объектов, не ассоциированных с алкоголем напрямую, для объективизации скрининга риска развития алкогольной зависимости у мужчин. Основанием послужила низкая эффективность традиционных опросных методов из-за сознательной или бессознательной цензуры ответов, что особенно актуально в контексте высокой распространенности потребления алкоголя. В рамках теоретического этапа работы был проведен анализ современных научных публикаций за период 2018–2025 гг., позволивший сформировать концептуальный подход к выбору визуальных стимулов. Основное внимание уделялось компиляции изображений, косвенно отражающих склонность к химическим аддикциям через призму общей дезадаптации, тревожности и, как следствие, неосознанной потребности в адаптогенах, что расширяет методологические возможности скрининга. Экспериментальный этап был направлен на выявление статистически значимых связей между выраженностью показателей методики AUDIT-C характеризующей риск развития алкогольной зависимости и комплексом базовых (количество и длительность фиксаций, саккады, длина пути сканирования), а также специально разработанных интегральных показателей айтрекинга. В исследовании приняли участие 25 клинически здоровых мужчин европеоидной расы в возрасте 19–26 лет. Глазодвигательные реакции регистрировались с помощью айтрекера Gazepoint GP3 (Канада). В качестве ключевого стимула использовалось изображение, разделенное на две половины с диаметрально противоположным эмоционально-семантическим наполнением (яркая, позитивная жизнь и мрачная, негативно воспринимаемая пустыня), что создавало контрастное семантическое поле. Полученные результаты продемонстрировали, что подобный подход позволяет выявить специфические паттерны глазодвигательной активности у лиц, склонных к потреблению алкоголя, в частности, смещение внимания в сторону негативно наполненной визуальной информации. Для интегральной оценки предложена формула расчета соотношения всех базовых показателей для позитивной и негативной областей интереса. Результаты обосновывают перспективность применения айтрекинга с нейтральными (не алкоголь-ассоциированными) эмоционально-контрастными визуальными стимулами в качестве объективного, неинвазивного и трудномаскируемого инструмента раннего скрининга риска развития алкогольной зависимости у мужчин.

НЕОНАТАЛЬНОЕ ВОСПАЛЕНИЕ ВЫЗЫВАЕТ ОСЛАБЛЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ ОТВЕТОВ АРТЕРИЙ У КРЫС В ПЕРИОДЕ РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА

Швецова А.А.[1], Кабиольский И.А.[1], Кабиольская С.Д.[1], Шалопина М.С.[1], Моргунова Г.В.[1], Селиванова Е.К.[2], Гайнуллина Д.К.[1]

[1] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

[2] Научно-исследовательский институт «ХимРар», Химки

Неонатальное воспаление и сепсис - патологические процессы, часто встречающиеся среди новорожденных, особенно рожденных раньше срока. Высокий риск летального исхода на фоне системного воспаления среди младенцев связан прежде всего с критическим падением артериального давления. Вместе с тем, механизмы, лежащие в основе этого явления, остаются мало изученными. Целью работы стало оценить эффект «умеренного» воспаления на ключевые механизмы регуляции тонуса артерий у крыс в периоде раннего постнатального онтогенеза.

Исследование проводили на крысятах (Wistar) мужского пола. Неонатальное воспаление моделировали путем введения липополисахарида (эндотоксин Escherichia coli, в/б) в дозе 50 мкг/кг на 7 и 9 постнатальные дни («LPS»), контрольным животным вводили физиологический раствор («CON»). На 10 постнатальный день оценивали массу тела, массу селезенки, производили забор крови для последующего биохимического анализа, а также выделяли подкожные артерии для оценки сократительной активности в функциональных экспериментах с использованием проволочного миографа. Оценивали вклад следующих путей регуляции сосудистого тонуса: Rho-киназы, NO-синтаз, Kv7 каналов и NADPH-оксидаз.

Неонатальное воспаление привело к снижению массы тела крысят (24.6±1.1 г в группе «CON» и 21.6±0.9 г в группе «LPS», $p<0.05$) и к повышению массы селезенки (117.5±7.1 мг в группе «CON» и 168.8±11.8 мг в группе «LPS», $p<0.05$). Содержание аспартатаминотрансферазы, лактатдегидрогеназы и фосфора в сыворотке крови крысят группы «LPS» было снижено по сравнению с группой «CON», тогда как содержание гамма-глутамилтрансферазы, натрия и метаболитов оксида азота - увеличено. Неонатальное воспаление не повлияло на внутренний диаметр подкожных артерий, максимальную силу сократительных ответов и реакции эндотелий-зависимого расслабления. Вместе с тем, чувствительность артерий к агонисту α1-адренорецепторов метоксамину оказалась снижена в группе «LPS». Ингибитор Rho-киназы Y27632 (3 μM) вызывал ослабление сократительных ответов артерий как в группе «LPS», так и в группе «CON», при этом эффект ингибитора не различался между группами. Блокатор Kv7 каналов XE991 (3 μM) вызывал усиление сократительных ответов артерий крысят обеих групп; данный эффект также был сопоставим в двух группах животных. Сократительные ответы артерий крысят обеих групп усиливались на фоне ингибитора NO-синтаз L-NNA (100 μM), эффект L-NNA был более выражен в группе «LPS». Пан-ингибитор NADPH-оксидаз VAS2870 (10 μM) приводил к ослаблению сократительных ответов артерий крысят обеих групп, однако в группе «LPS» эффект ингибитора был менее выражен.

Таким образом, неонатальное воспаление приводит к ослаблению сократительных ответов артерий крысят в периоде раннего постнатального онтогенеза, что может быть связано с усилением антиконстрикторного влияния эндотелиального оксида азота и ослаблением сосудосуживающего влияния продуцируемых NADPH оксидазами активных форм кислорода.

Исследование поддержано РНФ (грант № 26-75-10008).

ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВВЕДЕНИЯ НИТРОПРУССИДА НАТРИЯ НА РЕКОНСОЛИДАЦИЮ ПАМЯТИ В УСЛОВИЯХ УГНЕТЕНИЯ СИНТЕЗА СЕРОТОНИНА

Этхемова Р.В., Дерябина И.Б., Гайнутдинов Х.Л.
Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Актуальность. Известно, что серотонин играет ключевую роль в процессе реконсолидации, определяя повторное закрепление или угасание реакции, в то время как оксид азота (NO) модулирует нейропластичность. Сочетание этих факторов может менять устойчивость памяти при реконсолидации.

Материалы и методы. Эксперимент проводился на наземном брюхоногом легочном моллюске Helix lucorum. Животных помещали в ситуацию обучения «на шар». Предъявляли 5-ть электрических стимулов, прикладывая электроды к задней и передней дорзальной части ноги с интервалом 20 минут в течение 5 дней. На протяжение пяти дней, всем животным каждый день за 30 минут до помещения в обстановку обучения инъецировали нитропруссид натрия (НПР) на плоскости. До начала обучения и спустя 5 дней после его завершения, проводили тестирование уровня оборонительной реакции в ответ на легкую тактильную стимуляцию. Тестирование проводили на плоскости и в обстановке обучения – «на шаре». Условный рефлекс на обстановку считался сформированным, если реакция на шаре значительно превышала реакцию на плоскости.

Группам №1 и №2, на третий день после обучения, на плоскости инъецировали р-хлорфенилаланина (р-ХФА), блокатор синтеза серотонина. На 7 день всем животным этой серии делали инъекцию НПР на плоскости за 30 мин до процедуры напоминания. Далее проводили напоминание 30 мин на шаре без предъявления каких-либо стимулов. После чего, не снимая с шара, группам №1 и №3 инъецировали циклогексамид (ЦГ), группе № 4 инъецировали физиологический раствор (ФР), а группе № 2 инъекций не проводили.

Результаты. По результатам тестирования животных группы №1 показали значимое снижение амплитуды оборонительной реакции. У улиток группы №2 отмечается более высокий уровень сохранности ранее приобретенной контекстуальной памяти. Животные группы №3 сохранили амплитуду оборонительной реакции, а группа №4 показала постепенное снижение оборонительной реакции, связанной с «забыванием».

Выводы. Блокада синтеза серотонина инъекцией р-ХФА на фоне увеличения количества NO приводит к снижению амплитуды оборонительных реакций, что свидетельствует об ослаблении ранее приобретенной контекстуальной памяти.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВАТОРА $К_{АТР}$ КАНАЛОВ С АНТИАРИТМИЧЕСКИМ И КАРДИОПРОТЕКТОРНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРИ ПАТОЛОГИЯХ СЕРДЦА, АССОЦИИРОВАННЫХ С ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ (ЛГ) НА МОДЕЛИ МОНОКРОТАЛИНОВОЙ ЛГ

Ющенко Р.Ш., Ахметшина М.Р., Давыдова М.П.
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

Стандартные схемы лечения полиэтиологичной ЛГ основаны на многокомпонентной терапии, что приводит к повышению лекарственной нагрузки, увеличению частоты нежелательных реакций. В том числе необходимо использовать препараты для кардиопротекции при развитии легочного сердца, так как увеличенная постнагрузка может вызывать фиброз миокарда правого желудочка (ПЖ) из-за ишемии, а это, в свою очередь,

повышает проаритмогенный фон. Существует принципиальная возможность использовать один препарат для снижения выраженности ЛГ и кардиопротекции, что снизит общую лекарственную нагрузку. Таким средством может быть антиангинальный препарат 2-ой линии лечения ИБС из группы неселективных активаторов $К_{АТР}$ каналов. Его плейотропный эффект как вазодилататора и кардиопротектора может помочь уйти от полипрагмазии и отказаться от дополнительных антиаритмических и кардиопротекторных средств у пациентов с полиэтиологичной ЛГ.

Целью работы было оценить влияние неселективного активатора $К_{АТР}$ каналов никорандила на развитие ЛГ у крыс при его хроническом введении.

На самцах крыс популяции Wistar ЛГ моделировали однократным введением монокроталина (мкт) - подкожно в дозе 60 мг/кг, (исходный вес крыс - 140 гр). Далее крыс разделили на опытную группу (никорандил перорально 2 раза в сутки) и группу сравнения, крысы которой получали питьевую воду. Была выбрана субклиническая доза препарата (для человека в пересчете на крыс) – 1 мг/кг в день, вводили с помощью зонда в объеме 1 мл/кг. В день введения мкт зарегистрировали ЭКГ и ЭХО-КГ у наркотизированных изофлураном крыс. Никорандил начали вводить через сутки. Через 21 день после введения мкт крысам под наркозом повторно регистрировали ЭКГ и ЭХО-КГ, после чего крысы подвергались эвтаназии, сердца извлекали для морфометрии – оценивали относительный вес ПЖ.

Важными результатами, указывающими на положительное действие никорандила в субклинической дозе, явились: значимое уменьшение площади поперечного сечения ПЖ в фазу конца диастолы - 14,4мм^2 против 17,6 мм^2, $p<0,05$ (у интактных крыс этот параметр был равен 10,8 мм^2); снижение выраженности гипертрофии ПЖ – 33,5% против 37,8%, $p<0,05$ (у интактных крыс – 20,8%). Кроме этого, на ЭКГ была отмечена тенденция к укорочению интервала QT на фоне применения никорандила, при том что с развитием ЛГ в группе сравнения отмечали удлинение интервала QT по сравнению с интактным контролем.

Таким образом, введение активатора $К_{АТР}$ каналов ослабляет выраженность неблагоприятных последствий ЛГ для миокарда, в том числе отмечается тенденция к проявлению антиаритмогенного действия.

ПОСТИНЪЕКЦИОННОЕ ДЕПОНИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОВЕРХНОСТНОГО ПОКРЫТИЯ

Якобсон Д.Э., Куликова В.И., Бобров В.С., Гадеева А.А., Жарков М.Н., Акопян Р.Г.
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва, Саранск

Магнитные наночастицы применяются как локальные индукторы нагрева при магнитной гипертермии, поэтому длительность их сохранения в зоне введения и возможность последующей резорбции имеют принципиальное значение для биобезопасности технологии. Цель исследования — оценить влияние поверхностного покрытия на постинъекционное депонирование и резорбцию магнитных наночастиц в мышечной ткани.

Исследование выполнено на мышах BALB/c. Использовали четыре типа наночастиц: Fe_3O_4@OA, $Zn_{0.2}Mn_{0.8}Fe_2O_4$@OA, Fe_3O_4@SiO_2-NH_2 и $Zn_{0.2}Mn_{0.8}Fe_2O_4$@ SiO_2-NH_2. Для оценки биорезорбции частицы вводили внутримышечно в дозе 256 мг/кг и исследовали через 2, 14 и 90 суток. Сохранение материала в зоне введения оценивали по магнитному сигналу образцов и общему содержанию железа в ткани. Дополнительно при внутримышечном введении в

дозе 1020 мг/кг оценивали общую переносимость, гематологические и биохимические показатели крови и морфологические изменения органов.

На 90-е сутки для частиц с покрытием на основе олеиновой кислоты и олеата натрия отмечалось снижение магнитного сигнала и общего содержания железа в месте введения, что свидетельствовало об уменьшении локального пула наноматериала. Напротив, частицы с аминофункционализированной оболочкой SiO_2-NH_2 сохранялись в мышечной ткани на протяжении всего периода наблюдения. После внутримышечного введения в дозе 1020 мг/кг летальных исходов и выраженных признаков системной токсичности не зарегистрировано.

Полученные данные показывают, что поверхностное покрытие определяет продолжительность локального депонирования магнитных наночастиц после внутримышечного введения. Покрытие на основе олеиновой кислоты/олеата натрия способствует их постепенной резорбции, тогда как SiO2-NH2-оболочка обеспечивает длительное сохранение частиц в ткани. Этот фактор следует учитывать при выборе наноматериала для локальной магнитной гипертермии, особенно при планировании повторных воздействий и оценке отдалённой безопасности.

СНИЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАРДИАЛЬНОГО БАРОРЕФЛЕКСА У ПАЦИЕНТОВ СО СТЕНООККЛЮДИРУЮЩИМИ ПОРАЖЕНИЯМИ СОННЫХ АРТЕРИЙ ПОВЫШАЕТ РИСК ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ АРТЕРИЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПОСЛЕ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРЭКТОМИИ

***Яшина В.А.*[1,2], *Жедяев Р.Ю.*[1], *Боровик А.С.*[1], *Кобяков Н.Г.*[1,3], *Шульгина А.А.*[1,3], *Лукшин В.А.*[3], *Виноградова О.Л.*[1], *Тарасова О.С.*[1,2]**

[1] Институт медико-биологических проблем РАН, Москва

[2] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

[3] Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко, Москва

Стеноокклюдирующие поражения сонных артерий (СОПСА) приводят к нарушению регуляции системной гемодинамики, что обусловлено изменением функционирования синокаротидных барорецепторов. Каротидная эндартерэктомия (КЭА) - основной способ хирургической коррекции СОПСА, при этом в раннем периоде после КЭА для части пациентов характерна трудно контролируемая гипо- или гипертензия, что может быть связано с дополнительным нарушением барорефлекса. Наша работа была направлена на оценку чувствительности кардиального барорефлекса (ЧКБР) у пациентов с СОПСА и анализ полученных результатов с учетом послеоперационной динамики АД.

В исследованиях участвовали 9 пациентов: 6 мужчин и 3 женщины, возраст 72(56 – 73) лет, ИМТ 28 (24 – 31) кг/м^2, которые имели сужение одной из сонных артерий на 85(73 – 93)% в отсутствие гемодинамически значимого сужения второй артерии. За 1–4 суток до и через 2–8 суток после КЭА проводили 5-мин тесты, в которых пациент дышал с частотой 0.1 Гц (для увеличения амплитуды 0.1 Гц колебаний АД). Непрерывно регистрировали ЭКГ и АД (комплекс «Кардиотехника-САКР-И», ЗАО «ИНКАРТ», Россия), затем с использованием вейвлет-анализа определяли амплитуды колебаний ЧСС и среднего за цикл АД в диапазоне 0.07-0.15 Гц и вычисляли отношение этих показателей, характеризующее ЧКБР. При анализе послеоперационной динамики АД к группе с «нестабильным АД» относили пациентов, у которых наблюдалась гипер- или гипотензия в течение 2 суток или более после КЭА (по показателям суточного мониторирования АД).

В тесте с метрономным дыханием до КЭА пациенты с нестабильным АД (n=5) имели сильно сниженный показатель ЧКБР: 0.33 (0.19-0.45) против 1.76 (1.41-2.61) (уд/мин)/мм рт. ст. у пациентов со стабильным АД ($p<0.05$, тест Манна -Уитни). Данное снижение было обусловлено уменьшением амплитуды колебаний ЧСС, развивавшихся по барорефлекторному механизму в ответ на колебания АД, амплитуда колебаний АД не различалась между группами. После КЭА ЧКБР в обеих группах снижалась, но в группе с нестабильным АД (0.18(0.13-0.37) (уд/мин)/мм рт.ст.) она оставалась ниже, чем во второй группе (0.76(0.47-1.26) (уд/мин)/мм рт.ст., $p<0.05$).

Полученные результаты предполагают, что уровень ЧКБР может служить прогностическим маркером состояния системной гемодинамики у пациентов с СОПСА после проведения КЭА, однако для обоснованного заключения необходимо расширение выборки пациентов.

Работа поддержана грантом РНФ №23-15-00331-П.

СОДЕРЖАНИЕ

Мухамедьяров М.А.
КАЗАНСКАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА: 220 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ НАУКЕ И МЕДИЦИНЕ……..……..3

Иллариошкин С.Н.
НОВЫЕ ВЫЗОВЫ В ИЗУЧЕНИИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА……..6

Фирсов М.Л.
ЗРЕНИЕ БЕЗ ФОТОРЕЦЕПТОРОВ: ОТ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ ДО КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ……...…6

Салмина А.Б., Юрченко С.О.
МИКРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕВРОЛОГИИ И НЕЙРОФАРМАКОЛОГИИ……...……7

Силачев Д.Н
ВНЕКЛЕТОЧНЫЕ ВЕЗИКУЛЫ КАК РЕГУЛЯТОРЫ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ И УСТОЙЧИВОСТИ НЕРВНОЙ ТКАНИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ……..……8

Брежестовский П.Д.
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ: ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ВЫЗОВОВ К ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНЕ XXI ВЕКА……...…9

Ризванов А.А.
ГЕННЫЕ И КЛЕТОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ И НЕЙРОРЕГЕНЕРАЦИИ……...……10

Мухамедьяров М.А.
НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ: ОТ ЗНАНИЙ О ПАТОГЕНЕЗЕ К РАЗРАБОТКЕ ИННОВАЦИОННЫХ ПОДХОДОВ К ТЕРАПИИ……..……11

Ситдикова Г.Ф.
РОЛЬ ГОМОЦИСТЕИНА В РАЗВИТИИ НЕЙРОПАТОЛОГИЙ, СВЯЗАННЫХ С ГИПЕРВОЗБУДИМОСТЬЮ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ……..……12

Петров А.М.
МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ НАДЕЖНОСТИ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ…..…13

Аглиуллин А.А., Аглиуллин Э.А.
НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ В ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ……13

Алеева Р.Р., Нагиев К.К.
РОЛЬ РИАНОДИНОВЫХ РЕЦЕПТОРОВ В НАРУШЕНИИ КАЛЬЦИЕВОГО ГОМЕОСТАЗА КАРДИОМИОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА…….14

Алеева Р.Р., Нагиев К.К.
ЛИЗОСОМАЛЬНОЕ ЗАКИСЛЕНИЕ КАК УСЛОВИЕ ПОДДЕРЖАНИЯ ФУНКЦИИ КАРДИОМИОЦИТОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА……15

Арсланов А.И., Андрианов В.В., Дерябина И.Б., Базан Л.В., Гайнутдинов Х.Л.
ВЛИЯНИЕ МИОРЕЛАКСАНТОВ И ПРЕПАРАТОВ ОБЩЕЙ АНЕСТЕЗИИ НА СОДЕРЖАНИЕ МОНООКСИДА АЗОТА ПРИ АНАЛИЗЕ МЕТОДОМ ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПИНОВОЙ ЛОВУШКИ……16

Арустамян Д.С., Леонтьева И.В., Проценко Е.Д.
ХАРАКТЕР И РАСПРОСТРАНЁННОСТЬ ДИСФУНКЦИИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У ПАЦИЕНТОВ С ВПЕРВЫЕ ВЫЯВЛЕННЫМ ГИПО- И ГИПЕРТИРЕОЗОМ ……17

Ахметзянова А.И., Насибуллина И.В., Харин Н.Е., Балтина Т.В.
ВЛИЯНИЕ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОСТНОЙ ТКАНИ У КРЫС: ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЙ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И ПРЕДЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ……..…18

Ахметханова А.О., Макаренко Т.Г.
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ МОЗГА ПРИ ЯРКО ВЫРАЖЕННЫХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЯХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЭЭГ……..……19

Багнетова Е.А.
ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПЕДАГОГОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗВИТИЯ СТРЕССА……20

Бахарева А.С., Шибкова Д.З.
РЕАКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ГЕМОДИНАМИКИ У СПОРТСМЕНОВ ПО ЦИКЛИЧЕСКИМ ВИДАМ СПОРТА ПРИ НАГРУЗОЧНОМ ТЕСТИРОВАНИИ……..….21

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
ИНОТРОПНЫЕ ЭФФЕКТЫ СЕРОТОНИНА НА МИОКАРД ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ИНТРАНАЗАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ АДРЕНОМИМЕТИКА КРЫСАМ……...…22

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
МОЛЕКУЛЯРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ МОДУЛЯЦИИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИНТРАНАЗАЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ ОКСИМЕТАЗОЛИНА……....23

Безбрязов А.В., Нигматуллина Р.Р., Абзалетдинова Г.Ф.
ИНТРАНАЗАЛЬНЫЙ ОКСИМЕТАЗОЛИН И РЕГУЛЯЦИЯ МОНОАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В СЕРДЦЕ: ВРЕМЯЗАВИСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ MAOA, SERT, TRPH1 В МИОКАРДЕ……..……23

Богатова К.С., Яковлева О.В., Яковлев А.В.
РАСПРОСТРАНЯЮЩАЯСЯ КОРТИКАЛЬНАЯ ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ У КРЫС С ПРЕНАТАЛЬНОЙ ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИЕЙ В МОДЕЛИ ХРОНИЧЕСКОЙ МИГРЕНИ С АУРОЙ……..……24

Бондоренко Д.В., Погорелова И.А.
ВЛИЯНИЕ ДИКЛОФЕНАКА НАТРИЯ НА КОНЦЕНТРАЦИЮ ФАКТОРА НЕКРОЗА ОПУХОЛЕЙ-α КОСТНОГО МОЗГА ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ IN VIVO……..……25

Бродовская Е.П., Безбородова А.П., Власова Т.И.
ВЛИЯНИЕ АПОПТОТИЧЕСКИХ ТЕЛЕЦ МОНОНУКЛЕАРОВ ЧЕЛОВЕКА НА ПРОЛИФЕРАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ КЛЕТОК ЭНДОТЕЛИЯ IN VITRO……..26

Будкевич Р.О., Будкевич Е.В., Федорцов Н.М.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ IN VITRO И IN VIVO ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ДЕЙСТВИЯ КАДМИЯ КАК ПИЩЕВОГО КСЕНОБИОТИКА……....27

Будылина Е.Д., Кипелкин И.М., Герасимова С.А., Лебедева А.В.
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРОТОКОЛОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ НА ЭПИЛЕПТИФОРМНУЮ АКТИВНОСТЬ В СРЕЗАХ ГИППОКАМПА МЫШЕЙ…..….28

Буймов А.А., Ковязина И.В.
МЫШЕЧНО-СПЕЦИФИЧНЫЕ ЭФФЕКТЫ СФИНГОМИЕЛИНАЗЫ НА ПАРАМЕТРЫ НЕРВНО-МЫШЕЧНОЙ ПЕРЕДАЧИ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ МЫШИ……..….29

Буланова О.И., Егоркина С.Б., Зиннатуллина Р.Ф., Давлетова А.И.
ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС ПРИ АЛЛОКСАНОВОЙ ГИПЕРГЛИКЕМИИ И ЕГО ДЭНС-КОРРЕКЦИЯ У КРЫС С РАЗНОЙ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТЬЮ……..…..30

Бушуева Л.А.
ПРОФЕССОРА МЕДИЦИНСКОГО ФАКУЛЬТЕТА КАЗАНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА В КОНЦЕ XIX – НАЧАЛЕ XX ВВ.: ТРАЕКТОРИИ СЛУЖЕБНОЙ И НАУЧНОЙ КАРЬЕРЫ. …….31

Валеева Д.Р., Юсупова Г.В.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЖЕНЩИН В ПЕРИОД СРЕДНЕЙ ЗРЕЛОСТИ КАК ФАКТОР СОХРАНЕНИЯ СОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ…31

Васильева Е.А., Исенгулова А.А., Магзумов И.Н., Мирошниченко И.В.
РОЛЬ МАТЕРИНСКОГО ПОВЕДЕНИЯ В МОДУЛЯЦИИ ВЛИЯНИЯ ПРЕНАТАЛЬНОГО ТАБАКОКУРЕНИЯ НА РАННЕЕ СЕНСОМОТОРНОЕ РАЗВИТИЕ…32

Васина А.Г., Шулаева М.В.
ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОВТОРЯЮЩЕГОСЯ ТРАВМАТИЧЕСКОГО КОШМАРА В ПРОЦЕССЕ ДПДГ-ТЕРАПИИ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОМ СТРЕССОВОМ РАССТРОЙСТВЕ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ И НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ……33

Винникова В.Д., Абрамова А.Ю., Перцов С.С., Алексеева И.В.
ВЛИЯНИЕ БЛОКАТОРА ТОЛЛ-ПОДОБНЫХ РЕЦЕПТОРОВ 4 ТИПА НА УРОВЕНЬ ЦИТОКИНОВ В КРОВИ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОГО НЕПРЕДСКАЗУЕМОГО МЯГКОГО СТРЕССА……..……34

Водопетова М.А., Глазьева В.С., Каргалинина К.Г., Шершнева А.В., Макаревич П.И., Александрушкина Н.А.
ЗАЖИВЛЕНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПИЩЕВОДА У КРЫС ПОСЛЕ ОБШИРНОЙ РЕЗЕКЦИИ БЕЗ ФОРМИРОВАНИЯ ЗРЕЛОГО РУБЦА……..……35

Воронцова Т.С., Исакова Л.С.
МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ НА ФОНЕ ТЕХНОГЕННОГО СТРЕССА.....36

Гайнуллина Д.К., Швецова А.А., Джуманиязова И.Х., Бондарева У.В., Пустовит О.Б., Абрамочкин Д.В.
ВЛИЯНИЕ АЦИДОЗА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ КАЛИЕВЫХ КАНАЛОВ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК АРТЕРИЙ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ……..37

Гайнутдинов Х.Л., Андрианов В.В., Арсланов А.И., Базан Л.В., Богодвид Т.Х., Дерябина И.Б., Муранова Л.Н., Силантьева Д.И., Яфарова Г.Г., Пашкевич С.Г., Токальчик Ю.П., Филипович Т.А.
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МОНООКСИДА АЗОТА И МЕДИ В ЛОБНЫХ ДОЛЯХ МОЗГА И ПЕЧЕНИ КРЫС ЧЕРЕЗ 24 ЧАСА И 7 СУТОК ПОСЛЕ СОЧЕТАННОЙ ТРАВМЫ ГОЛОВНОГО И СПИННОГО МОЗГА……38

Ганиев А.Б., Нагиев К.К.
ЦИТОКИНОВАЯ И ХЕМОКИНОВАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ……39

Гатиятуллина Л.Л., Мухамедзянов Р.Д.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ……...…40

Герасименко А.Ю.
НЕЙРОИНТЕРФЕЙСЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕДАЧЕЙ БОЛЕВЫХ СИГНАЛОВ В МОЗГ……...……41

Гиниатуллин А.Р., Мухутдинова К.А., Петров А.М.
ПУРИНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕКРЕЦИИ МЕДИАТОРА ИЗ ДВИГАТЕЛЬНОГО НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ МЫШИ: РОЛЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА И КОМПОНЕНТОВ ЛИПИДНЫХ РАФТОВ МЕМБРАНЫ НЕРВНОГО ОКОНЧАНИЯ……...42

Григорьева О.В.
ТРАДИЦИИ КАЗАНСКОЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ В ПРЕПОДАВАНИИ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КУРСОВ СТУДЕНТАМ-ПСИХОЛОГАМ……...……43

Григорьев П.Н., Зефиров А.Л., Мухамедьяров М.А.
СЕКРЕЦИЯ МЕДИАТОРА И ЭКЗОЦИТОЗ СИНАПТИЧЕСКИХ ВЕЗИКУЛ В ДВИГАТЕЛЬНЫХ НЕРВНЫХ ОКОНЧАНИЯХ ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ С МОДЕЛЬЮ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА НА ДОСИМТОМНОЙ СТАДИИ ЗАБОЛЕВАНИЯ……...…44

Губайдуллина К.Х., Юсупова Г.В.
ПРОЯВЛЕНИЯ, ФАКТОРЫ РИСКА И НАПРАВЛЕНИЯ ПРОФИЛАКТИКИ СИНДРОМА САМОЗВАНЦА У СТУДЕНТОВ ПОМОГАЮЩИХ ПРОФЕССИЙ……...…..44

Диленян Л.Р., Мартусевич А.К., Бочарин И.В., Диленян А.Л.
НАГРУЗОЧНОЕ РЕОГРАФИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ ГЕМОДИНАМИКИ……45

Дружинина А.А., Борзых А.А., Богоцкой К.А., Кузьмин И.В., Печкова М.Г., Гайнуллина Д.К., Махновский П.А., Тарасова О.С.
НАРУШЕНИЕ АВТОРЕГУЛЯЦИИ МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПРИ СТЕНОЗЕ СОННЫХ АРТЕРИЙ: АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ В ЭКСПЕРИМЕНТАХ IN VITRO…….46

Дубинин М.В., Степанова А.Е., Игошкина А.Д., Белослудцев К.Н.
ДВЕ СТОРОНЫ ДИСРЕГУЛЯЦИИ МИТОХОНДРИАЛЬНОГО КАЛЬЦИЯ В СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЕ: ПЕРЕГРУЗКА И ДЕФИЦИТ……....47

Евсюкова А.С., Златогорская Д.А., Адушкина В.В., Искра Т.Д., Широков А.А., Трофимов А.О., Семячкина-Глушковская О.В.
РОЛЬ МЕНИНГЕАЛЬНОЙ ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В РЕГУЛЯЦИИ ДРЕНАЖА МОЗГА В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ ……...……48

Ежкова А.М., Елдашев А.О., Ежков В.О.
ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ВОСПРОИЗВОДСТВА КОРОВ……49

Еремеев А.А., Перминова С.Г., Лифанова А.С., Еремеев А.М., Чернышева И.В., Хаертдинов Н.Н.
ИЗМЕНЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ СПИНАЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ВИБРОСТИМУЛЯЦИИ ОПОРНЫХ ЗОН СТОПЫ……50

Ермакова А.Н., Нигматуллина Р.Р.
ВЛИЯНИЕ ДАНТРОЛЕНА НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ МИОКАРДА У КРЫС С ДЕФИЦИТОМ СЕРОТОНИНА В ЭМБРИОНАЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ОНТОГЕНЕЗА…...…51

Ефимова Д.В., Горшунова А.Н., Еремеев А.А., Хайруллин А.Е.
АЛЬДОСТЕРОН КАК МОДУЛЯТОР СИНАПТИЧЕСКОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ……..……52

Жарков М.Н., Пятаев Н.А., Нестерова Д.С., Полетаева А.С., Сухоруков Г.Б.
ВЛИЯНИЕ НА ФУНКЦИЮ ДЫХАТЕЛЬНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ ПОЛИМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ МИКРОКАПСУЛ ДЛЯ АДРЕСНОЙ ДОСТАВКИ ЛЕКАРСТВ ПРИ ВНУТРИВЕННОМ ВВЕДЕНИИ……..…53

Жедяев Р.Ю., Пономарев И.И., Шишкин Н.В., Гордиенко К.В., Леднев Е.М., Вепхвадзе Т.Ф., Шарова А.П., Томиловская Е.С., Попов Д.В.
КОМБИНИРОВАННАЯ НИЗКОИНТЕНСИВНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ ОКАЗЫВАЕТ РАЗЛИЧНОЕ ВЛИЯНИЕ НА МЫШЦЫ-РАЗГИБАТЕЛИ КОЛЕНА И СГИБАТЕЛИ ГОЛЕНОСТОПА……54

Зарипова Р.И., Сунгатуллина М.И., Яфарова Г.Г., Андрианов В.В., Зиятдинова Н.И., Гайнутдинов Х.Л., Зефиров Т.Л.
ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕДИ В СЕРДЦЕ КРЫС ПРИ ГИПОКИНЕЗИИ……..……55

Захаров А.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ САМОСОГЛАСОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ ВБЛИЗИ ПОЛУПРОНИЦАЕМОЙ МЕМБРАНЫ……..……56

Зинчук В.В., Дорохина Л.В.
ТРАЕКТОРИЯ УЧЕНОГО – ОТ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ К ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ..…57

Иванов А.С., Кащенко С.А.
ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ ЭКСПРЕССИИ MIR-140 У КРЫС С АРТРОЗОМ И ОЖИРЕНИЕМ ПРИ КОРРЕКЦИИ ДЕКСАМЕТАЗОНОМ……..……58

Иванова Т.С., Купцова А.М., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
ДИНАМИКА ХРОНОТРОПИИ НА СТАДИИ ОТДАЛЕННЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОСЛЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИНФАРКТА МИОКАРДА У КРЫС……..……58

Иващенко М.Н., Еремин С.П., Дерюгина Е.С., Помазова П.Е.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОТИПОВ НЕЙТРОФИЛОВ МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ……..……59

Игошкина А.Д., Степанова А.Е., Михеева И.Б., Рахмаева С.О., Дубинин М.В.
МИТОХОНДРИАЛЬНАЯ ДИСФУНКЦИЯ В СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦАХ, СЕРДЦЕ И ПЕЧЕНИ ПРИ ЛЕГКОЙ И ТЯЖЕЛОЙ МОДЕЛЯХ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИИ ДЮШЕННА……60

Исангалиева И.М., Ковалева А.В., Салимгареев Т.С.
ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОГНИТИВНОЙ ОБРАБОТКИ У МАТЕРЕЙ ДЕТЕЙ С ТЯЖЕЛЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ……..……...……61

Исрафилова А.М., Абдулова А.М.
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ В КЛИНИЧЕСКОЙ КАРТИНЕ ГОЛОВНОЙ БОЛИ И ТИКОВ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ: МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД……62

Калашников Е.А., Фёдорова А.А., Марков А.Г.
ВЛИЯНИЕ ОСТРОЙ ФАЗЫ НЕФРОПАТИИ НА ТКАНЕВОЙ БАРЬЕР ТОЩЕЙ И ТОЛСТОЙ КИШКИ……..……63

Калинина И.С., Апраксина Н.К.
ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И МОЛЕКУЛЯРНОГО СОЗРЕВАНИЯ АДРЕНОКОРТИКОЦИТОВ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У ДЕТЕЙ……..……64

Калиш С.В., Кожевникова Е.О., Лямина С.В.
СЕНЕСЦЕНТНЫЕ МЕЗЕНХИМАЛЬНЫЕ СТРОМАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ КАК МОДУЛЯТОР ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ МАКРОФАГОВ: МОДЕЛЬ ИНФЛАМЕЙДЖИНГА IN VITRO……..…65

Камалеева К.Л.
МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПЕРСОНАЛИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ИМПЛАНТИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ СТИМУЛЯЦИИ ПРИ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА…….66

Камалов М.Д., Камалов Ш.Д., Нагиев К.К.
СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ И БИКАРБОНАТНЫЙ БУФЕР В ПОДДЕРЖАНИИ КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО РАВНОВЕСИЯ ПОЛОСТИ РТА……...……67

Капитанова Д.А., Якобсон Т.И., Власова Т.И., Маркина А.Е.
СОЦИАЛЬНО-МЕДИЦИНСКИХ ФАКТОРЫ, КАК ПРЕДИКТОРЫ КАРДИОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ ПРИ БЕРЕМЕННОСТИ……..……68

Каравай Т.В.
МИКРОБИОТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ НЕРВНОЙ РЕЦЕПЦИИ И МОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ОБОДОЧНОЙ КИШКИ КРЫС……...……69

Каретникова Е.С.
АДАПТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ БЕЛКОВ МЕЖКЛЕТОЧНЫХ КОНТАКТОВ В ЛЁГОЧНОЙ ТКАНИ КРЫС В РАННИЕ СРОКИ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ……...……..70

Карпухина О.В., Иноземцев А.Н.
ИЗУЧЕНИЕ ЦИЛИОСТАЗА НА МОДЕЛИ ДИСФУНКЦИЙ РЕСНИЧНОГО АППАРАТА *PARAMECIUM* ПРИ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ……..…..71

Керимов К.Б., Бобрышева И.В.
ВЛИЯНИЕ ОБЫЧНОЙ И ФОТОАКТИВИРОВАННОЙ ПЛАЗМЫ НА ЭКСПРЕССИЮ COL2A1 ФИБРОХОНДРОЦИТОВ ПРИ ИНТЕРЛЕЙКИН-1β ИНДУЦИРОВАННОМ ВОСПАЛЕНИИ IN VITRO……..……72

Клименко А.В., Пак О.С., Винникова В.Д., Абрамова А.Ю., Алексеева И.В., Перцов С.С.
УРОВЕНЬ ЭСТРАДИОЛА В КРОВИ У САМОК КРЫС С ДЛИТЕЛЬНЫМ БОЛЕВЫМ СИНДРОМОМ В ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ИММУНОСТИМУЛЯЦИИ…….73

Климова К.А., Руткевич С.А.
ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ПИЩИ НА РЕАЛИЗАЦИЮ КОЖНЫХ СИМПАТИЧЕСКИХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ……...74

Ковалева Л.К., Мартусевич А.К.
СОСТОЯНИЕ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОЖИ КРЫС ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ……...……75

Ковалева Л.К., Мартусевич А.К., Бадянова В.С., Чернышева А.Д.
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА СОСТОЯНИЕ КРИСТАЛЛОСТАЗА СЫВОРОТКИ КРОВИ……...76

Кожевникова О.С., Нагиев К.К., Рагинов А.И., Мухамедьяров М.А.
НЕЙРОВАСКУЛЯРНАЯ ЕДИНИЦА ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕКРЕТОМА СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК……..77

Коломеец Н.Л., Суслонова О.В., Смирнова С.Л., Рощевская И.М.
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ИМПЕДАНС МИОКАРДА У КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ДОКСОРУБИЦИНА……..78

Комлева Ю.К.
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ К ОЦЕНКЕ
МЕХАНИЗМОВ СТАРЕНИЯ И КОГНИТИВНОЙ ХРУПКОСТИ……..…79

Коткова Т.В.
ПОЛОВЫЕ РАЗЛИЧИЯ ПРОФИЛЯ МЕЖПОЛУШАРНОЙ
АСИММЕТРИИ У СТУДЕНТОВ-СТОМАТОЛОГОВ……79

Кубряк О.В.
ВИДЕОАРХИВ ЗАВЕДУЮЩИХ КАФЕДРАМИ ФИЗИОЛОГИИ
КАК ИСТОЧНИК «СКРЫТОГО ЗНАНИЯ» ……80

Кудрявцева Е.И., Беляев Г.П., Зуева И.В., Ситдикова Г.Ф., Павельев М.Н.
МОРФОЛОГИЯ АМИЛОИДНЫХ БЛЯШЕК В МОДЕЛИ БОЛЕЗНИ
АЛЬЦГЕЙМЕРА У МЫШЕЙ……..……81

Кузиев М.С., Эргашев Д.У., Садуллаева М.М.
ВЛИЯНИЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ НА МИКРОБИОТУ КИШЕЧНИКА
ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ROSS 308……82

Кузина Д.В., Шаймухаметова С.Ф.
РОЛЬ КОПИНГ-СТРАТЕГИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ПОДРОСТКОВ…..…..82

Купцова А.М., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЦА
КРЫС В МОДЕЛИ ОСТРОЙ РЕГИОНАРНОЙ ИШЕМИИ IN VIVO И EX VIVO……...…83

Лайков А.В., Мартынова Е.В., Маркелова М.И., Мухамедьяров М.А., Салафутдинов И.И.
ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС И ГУМОРАЛЬНЫЕ МАРКЕРЫ
НЕЙРОДЕГЕНЕРАТИВНОГО ПРОЦЕССА В МОДЕЛИ БОКОВОГО
АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА SOD1-G93A……84

Ланда И.В., Бахаева Е.А, Тонких В.В.
ПРОФИЛИ МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ: ПО МАТЕРИАЛАМ
ЭМПИРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ……...……85

Лепшокова Л.Р., Польма Л.В., Сорокина Н.Д., Шахалиева Л.Р.
КЛИНИКО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЫХАНИЯ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ АТИПИЧНОМ ГЛОТАНИИ……86

Лихоманова Е.Н., Ковалева А.В.
ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И
КАРДИОРЕСПИРАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЗДОРОВЫХ СИБЛИНГОВ 7-11 ЛЕТ
ДЕТЕЙ С ОНКОЛОГИЧЕСКИМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ……87

Лобановская К.М., Матвеевская П.А., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
НАРУШЕНИЕ ГОРМОНАЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ЛАКТАЦИИ
ПРИ ПТСР САМОК КРЫС……88

Ляшев Ю.Д., Макарова М.В.
ДИНАМИКА РЕПАРАТИВНОГО ПРОЦЕССА ПРИ ДЕФЕКТЕ НИЖНЕЙ ЧЕЛЮСТИ У КРЫС С МЕТАБОЛИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ……...……89

Магзумов И.Н., Исенгулова А.А., Васильева Е.А., Мирошниченко И.В., Шерман И.Б.
ЗНАЧЕНИЕ ДЕФИЦИТА МАТЕРИНСКОГО УХОДА КАК ФАКТОРА ПОТЕНЦИРОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ КСЕНОБИОТИКОВ НА СОМАТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ КРЫС В РАННИЙ ПОСТНАТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД……90

Макаренко Т.Г., Юсупова Г.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАНИЙ ПО АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ В РАБОТЕ НЕЙРОПСИХОЛОГА……..……91

Макарова И.И., Рубина С.С., Игнатова Ю.П., Алиева А.К. кызы
ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЦ СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА…….……92

Макунина О.А.
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТВЕТ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ ПРИ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ ПРЕДЪЯВЛЕНИИ УМСТВЕННЫХ И ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК……93

Мартусевич А.К.
ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РОЛЬ УНИВЕРСАЛЬНОГО БИОХИМИЧЕСКОГО СЕНСОРА В ВОСПРИЯТИИ ЭКЗОГЕННЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ……...…93

Мартусевич А.К., Суровегина А.В., Иванова Д.В., Николаева С.Ю., Закиева С.Ш.
АНАЛИЗ МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО ОТВЕТА НА ДЕЙСТВИЕ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ: РОЛЬ ГАЗА-НОСИТЕЛЯ……..……94

Мартусевич А.К., Суровегина А.В., Иванова Д.В., Бадянова В.С., Морозова Е.С.
БЛИЖНЕПОЛЬНАЯ СВЧ-ДИЭЛЕКТРОМЕТРИЯ В ИЗУЧЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ……...…96

Маслюков П.М.
ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕЙРОНОВ ДОРСОМЕДИАЛЬНОГО ЯДРА ГИПОТАЛАМУСА ПРИ СТАРЕНИИ…….……..97

Матвеевская П.А., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕСТОВ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» И «ПРИПОДНЯТЫЙ КРЕСТООБРАЗНЫЙ ЛАБИРИНТ» У САМЦОВ КРЫС ПРИ ПСИХИЧЕСКОЙ ТРАВМЕ И КОРРЕКЦИИ АПО-ЛАКТОФЕРРИНОМ……98

Медведева О.А., Халиуллин Б.И., Иванов М.В.
АДАПТАЦИЯ ИИ-АССИСТЕНТА ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ И МОНИТОРИНГА В НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ…….……..99

Мельникова А.А., Егорчев А.А., Росин А.А., Нуруллин Л.Ф., Ведищева Д.С., Кудрявцева Е.И., Державин Д.В., Перепеченов С.С., Суходолова Е.А., Шабернев Г.В., Киясов А.П., Чикрин Д.Е., Аганов А.В., Самигуллин Д.В., Попова И.Ю., Павельев М.Н.
АНАЛИЗ АСТРОГЛИОЗА ГЛИАЛЬНОГО РУБЦА В ОБЛАСТИ ИМПЛАНТАЦИИ КОРТИКАЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОДОВ МЕТОДАМИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА……100

Моисеев К.Ю., Панкрашева Л.Г., Ширина Е.С., Маслюков П.М.
ФОНОВАЯ СПАЙКОВАЯ АКТИВНОСТЬ НЕЙРОНОВ ДОРСО- И ВЕНТРОМЕДИАЛЬНОГО ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА КРЫС В УСЛОВИЯХ EX VIVO ПРИ СТАРЕНИИ……100

Морозова В.И., Юсупова Г.В.
ПРОБЛЕМЫ, ЭТАПЫ, И ЛИЧНОСТНЫЕ РЕСУРСЫ АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ-ПЕРВОКУРСНИКОВ К НОВОЙ УЧЕБНОЙ СРЕДЕ……...……101

Мотыгуллина Л.И., Ванюхина Н.В.
ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИЦ С ПОВЫШЕННЫМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ……102

Мулик А.Б., Шатыр Ю.А., Моисеев Д.В., Скородумов Н.Д., Улесикова И.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ БЛИЖНЕГО ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА (fNIRS) ДЛЯ СКРИНИНГА АЛКОГОЛЬНОЙ АДДИКЦИИ У МУЖЧИН……..……103

Муртазина Е.П., Зотова О.М., Галушка Е.С., Перцов С.С.
ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СЕНСОМОТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАЗНЫХ СОЦИАЛЬНЫХ КОНТЕКСТАХ С ИСХОДНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ РЕГУЛЯЦИИ КАРДИОРИТМА МУЖЧИН И ЖЕНЩИН……104

Муртазина Е.П., Перцов С.С.
НОВЫЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЕ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРАКТИЧЕСКОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ……..……105

Мухамедзянов Р.Д., Гатиятуллина Л.Л.
АСТРОЦИТЫ ИГРАЮТ ОДНУ ИЗ ВАЖНЕЙШИХ РОЛЕЙ В ВОЗНИКНОВЕНИИ ПОСТРАВМАТИЧЕСКОЙ ЭПИЛЕПСИИ……..…106

Мухина И.В., Пигарева Я.И., Гладков А.А., Пимашкин А.С.
ТЕХНОЛОГИИ «МОЗГ-НА-ЧИПЕ»: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ РАБОТЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ……..……107

Нагиев К.К., Сыромятникова В.Ю., Салафутдинов И.И., Ризванов А.А., Мухамедьяров М.А.
ВЛИЯНИЕ ИНДУЦИРОВАННЫХ МИКРОВЕЗИКУЛ НА ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ МЫШЕЙ С МОДЕЛЬЮ БОКОВОГО АМИОТРОФИЧЕСКОГО СКЛЕРОЗА……...…107

Нигматуллина Р.Р., Садыкова Д.И., Макарова Т.П., Салахова К.Р., Билалова Д.Ф., Хуснутдинова Л.Р., Барыгина Л.А., Недорезова Р.С., Безбрязов А.В., Хабибуллина Д.Ф., Абзалетдинова Г.Ф., Егорова А.Н., Гарипова М.Р., Зайцев П.А.
МЕХАНИЗМЫ СЕРОТОНИНОВОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В РЕГУЛЯЦИИ СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА РАСТУЩЕГО ОРГАНИЗМА……..……108

Нигметзянова М.В., Телина Э.Н., Водунон Н.Р.
ИНТЕГРИРОВАННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА: КАК ОЦЕНИВАТЬ ЗНАНИЯ СТУДЕНТА? ……..……109

Николаев И.С., Одношивкина Ю.Г., Петров А.М.
ОСТРОЕ ВОСПАЛЕНИЕ СНИЖАЕТ В1-АДРЕНОРЕЦЕПТОРНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СОКРАТИМОСТИ ПРЕДСЕРДИЙ: РОЛЬ NO, АФК В ДЕСЕНСИТИЗАЦИИ……..……110

Николаев Т.И., Аникина Т.А., Искаков Н.Г., Зефиров Т.Л.
ВЛИЯНИЕ НЕСЕЛЕКТИВНОГО АГОНИСТА NPY НА СОБСТВЕННЫЙ РИТМ ПРЕДСЕРДИЯ У ИНФАРКТНЫХ КРЫС……...…111

Одношивкина Ю.Г., Сибгатуллина Г.В., Петров А.М.
ХОЛЕСТЕРИН - КЛЮЧЕВОЙ РЕГУЛЯТОР НЕЙРО-КАРДИАЛЬНОЙ ПЕРЕДАЧИ: ОТ В2-АДРЕНОРЕЦЕПТОР-ЗАВИСИМОЙ СОКРАТИМОСТИ ДО ПРЕСИНАПТИЧЕСКОГО ВЫСВОБОЖДЕНИЯ НОРАДРЕНАЛИНА……..……112

Палаткина П.А., Апраксина Н.К.
ПРЕНАТАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ПЛОДА……..…113

Папаев Р.М., Ежкова А.М.
СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА У ЛОШАДЕЙ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ……..……114

Паринов Р.А., Моисеев К.С.
ОПЕРАТИВНАЯ МОДЕЛЬ СУБКЛИНИЧЕСКОГО ГИПОТИРЕОЗА КАК НАИБОЛЕЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ……...115

Паринов Р.А., Тананакина Т.П.
ИЗМЕНЕНИЕ УРОВНЯ KIM-1 ЭПИТЕЛИЯ КАНАЛЬЦЕВ ПОЧЕК КРЫС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЙОГЕКСОЛА И НЕСТЕРОИДНЫХ ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И N-АЦЕТИЛЦИСТЕИНА……116

Пеннер М.Л., Пономарева Д.Н., Брежестовский П.Д.
ВЛИЯНИЕ АГОНИСТОВ И АНТАГОНИСТОВ РЕЦЕПТОРОВ АЦЕТИЛХОЛИНА НА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ХЛОРА И ВОДОРОДА В НЕЙРОНАХ СРЕЗОВ ГИППОКАМПА ТРАНСГЕННЫХ МЫШЕЙ……..……116

Перминова С.Г., Хабиби К.А.
УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ СНОМ У ЛИЦ МОЛОДОГО ВОЗРАСТА……..……117

Петров В.А., Белов А.А., Дерюгина Е.С., Иващенко М.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИИ СПЕРМАТОЗОИДОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ МИКРОСКОПИИ….118

Петров Г.Н.
КУЛЬТУРНО-ИСТОРИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ Л.С. ВЫГОТСКОГО КАК ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНО-ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ……119

Петров К.А., Невский Е.С., Самигуллин Д.В., Маломуж А.И.
НОВЫЕ ПУТИ РЕГУЛЯЦИИ СЕКРЕЦИИ АЦЕТИЛХОЛИНА В НЕРВНО-МЫШЕЧНОМ СИНАПСЕ, ОПОСРЕДУЕМЫЕ ГАМК И ЭНДОКАННАБИНОИДАМИ……...…120

Петрова К.А., Максимов Д.М., Тяпкина О.В.
МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МИЕЛИНИЗИРОВАННЫХ ВОЛОКОН СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА МЫШЕЙ ПОСЛЕ 30 СУТОК КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА НА БИОСПУТНИКЕ «БИОН-М2» ……121

Печкова М.Г., Кирюхина О.О., Смиренная С.К., Кисляков И.О., Иванов Е.В., Тарасова О.С.
НОКАУТ ПАННЕКСИНА 1 ОСЛАБЛЯЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ И ПОРТАЛЬНОЙ ВЕНЫ ПРИ ДВУХНЕДЕЛЬНОМ ОБСТРУКТИВНОМ ХОЛЕСТАЗЕ У МЫШЕЙ……...122

Пономарева Д.Н., Жилинская А.П., Брежестовский П.Д.
ДИНАМИКА ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРА И ВОДОРОДА ПРИ ЭПИЛЕПТИФОРМНОЙ АКТИВНОСТИ НЕЙРОНОВ ГИППОКАМПА……..…123

Порынова Д.В., Шелкович Д.Р., Балыкин М.В.
КОМПЛЕКСНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ РАЗНЫХ ОТДЕЛОВ ЦНС В КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПОСЛЕ СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ……...124

Посаженников М.П, Мухамедзянов Р.Д.
ВОЗДЕЙСТВИЕ SARS COV-2 НА ОБОНЯТЕЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ ЧЕЛОВЕКА И ПРЕДПОЛАГАЕМЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ АНОСМИИ, ВЫЗВАННОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ……..…125

Рагинов А.И., Султанов М.Т., Мухамедьяров М.А.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАВМЫ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА НА ПОВЕДЕНЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ МЫШЕЙ В ТЕСТЕ «ОТКРЫТОЕ ПОЛЕ» …….126

Раткин А.А., Руткевич С.А.
РАЗЛИЧИЕ РЕФЛЕКТОРНЫХ РЕАКЦИЙ МИОМЕТРИЯ В ОТВЕТ НА МЕХАНИЧЕСКУЮ СТИМУЛЯЦИЮ В ПОСТУВОЛЯТОРНУЮ ПОЛОВИНУ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА КРЫСЫ……...……127

Рахманова Д.Н., Нагиев К.К.
ЦИТОКИНЫ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ И ИХ РОЛЬ В НЕЙРОВОСПАЛЕНИИ……..…128

Реджепов Э.Б.
КЛИНИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УРОВНЯ СЕРОТОНИНА ПРИ ГЕМОЛИТИКО-УРЕМИЧЕСКОМ СИНДРОМЕ У ДЕТЕЙ……129

Реут П.Г., Руткевич С.А.
ИЗМЕНЕНИЕ ПАТТЕРНА РЕФЛЕКТОРНОГО ОТВЕТА МИОМЕТРИЯ ПОСЛЕ СТИМУЛЯЦИИ ПОЛОВЫХ ПУТЕЙ САМКИ КРЫСЫ……130

Рождественская А.С.
СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ТРЕВОЖНОСТИ ЧЕРЕЗ РАБОТУ С ТЕЛОМ……...…131

Рудович Е.Ю., Руткевич С.А.
РЕАЛИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ И МИОКАРДА У ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМ СОМАТОТИПОМ……..……131

Саваневская Е.Н., Павлюкевич Д.С., Мазок А.С., Дубовик К.В., Ромашко В.А., Хильман М.А., Шильниковская Е.И., Хомич Г.Е.
СКОРОСТЬ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕННОГО ПАТТЕРНА ДЫХАНИЯ……..……132

Садурдинова Д.А., Закирова С.Р.
МЕХАНИЗМЫ ВЗАИМНОГО УСИЛЕНИЯ ТРЕВОЖНОЙ И ДЕПРЕССИВНОЙ СИМПТОМАТИКИ ПРИ ТРЕВОЖНО-ДЕПРЕССИВНОМ РАССТРОЙСТВЕ, РОЛЬ КОГНИТИВНЫХ ИСКАЖЕНИЙ И НАРУШЕНИЙ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ…..…133

Сайдалиходжаева С.З., Эрметов Э.Я., Яхшибоев Р.Э., Яхшибоева Д.Э.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОСИМЫХ СЕНСОРОВ И ИНТЕРНЕТА МЕДИЦИНСКИХ ВЕЩЕЙ (IOMT) ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ЧЕЛОВЕКА……..…134

Самигуллин Б.Р., Балтин М.Э., Смолина Ю.И., Чершинцева Н.Н., Зверев А.А., Федянин А.О.
ВЛИЯНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ НА ПОСТУРАЛЬНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ВОЛЕЙБОЛИСТОВ……..135

Самигуллин Д.В., Сибгатуллина Г.В., Рамазанова И.Ф., Степанов А.С., Сальников В.В., Мустафина А.Р.
НАНОЧАСТИЦЫ — ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ И КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ……..……136

Сацута П.П., Рабковская Е.М., Зинчук В.В.
ВОДОРОД КАК ФАКТОР ВНУТРИЭРИТРОЦИТАРНОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КИСЛОРОДСВЯЗУЮЩИХ СВОЙСТВ КРОВИ…….……137

Семенов К.Н., Кузнецов А.В.
РАБДОМИОЛИЗ - ФАКТОР РИСКА СОТРУДНИКОВ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ: АНАЛИЗ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ, ПОСЛЕДСТВИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗМА, ИХ ВЫЯВЛЕНИЕ……...……138

Семилетова В.А.
ВОЗМОЖНОСТИ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ОТВЕТА НА СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИЮ ПО ИСХОДНЫМ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ……...……139

Сибгатуллин А.И., Мухамедьяров М.А.
ФАКТОР РОСТА ЭНДОТЕЛИЯ СОСУДОВ А И ЕГО РЕЦЕПТОРЫ ПРИ БОКОВОМ АМИОТРОФИЧЕСКОМ СКЛЕРОЗЕ……..…140

Сибгатуллина Г.В., Токмакова А.Р., Маломуж А.И.
ГАММА-АМИНОМАСЛЯНАЯ КИСЛОТА В МИОГЕНЕЗЕ: ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С КАЛЬЦИЕВЫМ СИГНАЛИНГОМ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МЕТАБОЛИЗМОМ……..…141

Смирнова К.В., Смирнова Л.П., Серегин А.А., Дмитриева Е.М., Завьялова М.Г., Бржозовский А.Г., Ермаков Е.А., Амстиславская Т.Г.
ОПИСАНИЕ УНИКАЛЬНОГО ПРОТЕОМА СТРИАТУМА У МЫШЕЙ DISC1-Q31L ПОСЛЕ ХРОНИЧЕСКОГО НЕПРЕДСКАЗУЕМОГО СТРЕССА……..……142

Сорокина Д.М., Чупова А.О., Шайдуллов И.Ф., Ситдикова Г.Ф.
РОЛЬ $K_{АТФ}$ И Kir – КАНАЛОВ В ЭФФЕКТАХ СЕРОВОДОРОДА НА СПОНТАННУЮ СОКРАТИТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ТОЛСТОЙ КИШКИ КРЫСЫ……143

Степанова А.Е., Устинова А.С., Рахмаева С.О., Дубинин М.В.
ТРИГОНЕЛЛИН КОРРЕКТИРУЕТ МИТОХОНДРИАЛЬНЫЙ КАЛЬЦИЕВЫЙ ГОМЕОСТАЗ ПРИ ИШЕМИИ-РЕПЕРФУЗИИ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ……...…144

Султанов В.Р., Перминова С.Г.
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ……..…144

Султанов М.Т., Рагинов А.И., Мухамедьяров М.А.
КОМПЛЕКСНАЯ СЕНСОМОТОРНАЯ ОЦЕНКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ ТРАВМЫ СЕДАЛИЩНОГО НЕРВА……145

Султонов С.С., Нагиев К.К.
НАРУШЕНИЕ ЗАКИСЛЕНИЯ ЛИЗОСОМ КАК МЕХАНИЗМ УТРАТЫ БЕЛКОВОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ БОЛЕЗНИ АЛЬЦГЕЙМЕРА……146

Сунгатуллина М.И., Зарипова Р.И., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
СТИМУЛЯЦИЯ A_2-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ УВЕЛИЧИВАЕТ СИЛУ СОКРАЩЕНИЯ СЕРДЦА КРЫС ПОСЛЕ 30-СУТОЧНОЙ ГИПОКИНЕЗИИ……...…147

Сысоева А.Ю., Нагиев К.К.
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ВЛИЯНИЯ ГРУДНОГО ВСКАРМЛИВАНИЯ НА ЗДОРОВЬЕ МАТЕРИ И РЕБЁНКА……..……148

Сысоева А.Ю., Нагиев К.К.
КОРОТКОЦЕПОЧЕЧНЫЕ ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ КАК ПОСРЕДНИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ……..……149

Сычева Е.И.
СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ЛИЧНОСТНЫХ РЕСУРСОВ КАК ПРЕДИКТОРОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ В ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ГРУППАХ С РАЗНЫМИ ФОРМАТАМИ ЗАНЯТОСТИ……..…150

Талан М.С., Мухамедьяров М.А.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОБАВКИ ИЗ ЛИЧИНОК ЧЁРНОЙ ЛЬВИНКИ В РАЦИОНЕ МЫШЕЙ НА МАССУ ТЕЛА И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ……151

Тарасова О.С.
ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК СОСУДОВ В ПЕРИОД РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА И ПРИ РАЗВИТИИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ……..…152

Таскина Е.С., Кибалина И.В., Мудров В.А.
НЕЙРОПЕПТИД Y В СЫВОРОТКЕ КРОВИ И СЛЕЗНОЙ ЖИДКОСТИ КАК МАРКЕР СИМПАТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРИ ПРЕЭКЛАМПСИИ……...……153

Трифанов И.Н., Иванов А.С.
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ КЛЕТОК ЭПИТЕЛИЯ КАНАЛЬЦЕВ ПОЧЕК КРЫСЫ НА СТАДИИ ПОЗДНЕГО АПОПТОЗА ПРИ ПРИМЕНЕИИ ЙОГЕКСОЛА С НЕСТЕРОИДНЫМИ ПРОТИВОВСПАЛИТЕЛЬНЫМИ ПРЕПАРАТАМИ И АНТИОКСИДАНТОМ……...……154

Толстогузов С.Н.
ТРИЕР-ТЕСТ В ОЦЕНКЕ ПСИХОСОЦИАЛЬНОГО СТРЕССА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЮНОШЕЙ И ДЕВУШЕК……..…154

Улесикова И.В.
БЛИЖНЯЯ ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД В НЕЙРОФИЗИОЛОГИИ……...……156

Улесикова И.В., Гринчук С.С., Щукина Н.А., Шатыр Ю.А., Моисеев Д.В., Четверня В.И., Ефимов А.А., Мулик А.Б.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОФПРИГОДНОСТИ ЧЕЛОВЕКА……157

Усенкова А.С., Вартанов А.В.
РЕОРГАНИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ МОЗГА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ОТ ПАМЯТИ К ВООБРАЖЕНИЮ У ПАЦИЕНТОВ С ПАРАНОИДНОЙ ШИЗОФРЕНИЕЙ...158

Файзутдинова А.Т., Богданов Э.И., Курбанов А.И., Карими Н.
ФИЗИОЛОГИЯ СПИННОМОЗГОВОЙ ЖИДКОСТИ, ВНУТРИЧЕРЕПНАЯ «КОМПЛАЕНТНОСТЬ» И АНАТОМИЯ КРАНИОВЕРТЕБРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТОВ С ЭКТОПИЕЙ МОЗЖЕЧКА……....159

Фахретдинова Ю.Я., Балыкин М.В.
МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И МОЛЕКУЛЯРНО-КЛЕТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МИОКАРДЕ КРЫС ПРИ АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ……...…160

Федоров Д.Г., Богодвид Т.Х., Муранова Л.Н.
ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИ ОКСИДА АЗОТА В ФОРМИРОВАНИИ УСЛОВНОГО ОБОРОНИТЕЛЬНОГО РЕФЛЕКСА НА ПОСТУКИВАНИЕ ПО РАКОВИНЕ У ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ……...…161

Хабарова О.О., Правикова П.Д.
ВЛИЯНИЕ РАННЕЙ СОЦИАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ МЫШЕЙ К АНКСИОЛИТИЧЕСКОМУ ЭФФЕКТУ СУБТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ДОЗ СУЛЬПИРИДА……..162

Хисамиева Л.И., Хабибрахманов И.И., Зиятдинова Н.И., Зефиров Т.Л.
ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИШЕМИИ КАК ДЕТЕРМИНАНТА ОБРАТИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ ИЗОЛИРОВАННОГО СЕРДЦА КРЫСЫ ПРИ РЕПЕРФУЗИИ……...……163

Частикова А.Е., Апраксина Н.К., Цикунов С.Г.
НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ У ЖЕНЩИН……..……164

Чжан Исинь, Каравай Т.В., Чумак А.Г.
ПОСТПРАНДИАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ ПИЩЕВОГО АРГИНИНА В ТОНКОЙ КИШКЕ ЛАБОРАТОРНОЙ КРЫСЫ……...……165

Черепанова А.А., Степанова А.Е., Игошкина А.Д., Дубинин М.В.
ТЯЖЕСТЬ МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДИСФУНКЦИИ ОПРЕДЕЛЯЕТ ОТВЕТ НА ИНГИБИТОРЫ VDAC ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДИСТРОФИИ ДЮШЕННА……166

Черкассова Р.Д., Трактиров Д.С., Тимербулатов И.Р., Сизов В.В., Пестерева Н.С.
ОЦЕНКА КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЖИВОТНЫХ В МИНИСУРДОКАМЕРЕ С ОДНОВРЕМЕННОЙ РЕГИСТРАЦИЕЙ ДИНАМИКИ ДОФАМИНА……..…166

Чиглинцев В.М., Муртукова М.С.
СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЗНАНИЙ МОЛОДЕЖИ В ПРОФИЛАКТИКЕ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ……..……167

Чиглинцев В.М., Шурыгина К.Е.
ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОК КОЛЛЕДЖА ПРИ РАЗЛИЧНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ……..…….168

Шайхелисламова М.В., Ситдикова А.А., Дикопольская Н.Б., Билалова Г.А.
РЕГУЛЯТОРНЫЕ ВЛИЯНИЯ НЕРВНОЙ И ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ У ДЕТЕЙ……...…169

Шаршакова А., Аюпова А.И., Царегородцева Т.С., Ризванов А.А., Соловьева В.В.
МОЛЕКУЛЯРНО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ НЕЙРОДЕГЕНЕРАЦИИ ПРИ ПОНТОЦЕРЕБЕЛЛЯРНОЙ ГИПОПЛАЗИИ ТИПА 2: ПАТОГЕНЕЗ И ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ПАТОГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ……..170

Шатыр Ю.А., Мулик А.Б, Емельянов Ю.А., Ефимов А.А., Моисеев Д.В., Улесикова И.В.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЙТРЕКИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ К РИСКУ ФОРМИРОВАНИЯ АЛКОГОЛЬНОЙ ЗАВИСИМОСТИ У МУЖЧИН……..…171

Швецова А.А., Кабиольский И.А., Кабиольская С.Д., Шалопина М.С.,
Моргунова Г.В., Селиванова Е.К., Гайнуллина Д.К.
НЕОНАТАЛЬНОЕ ВОСПАЛЕНИЕ ВЫЗЫВАЕТ ОСЛАБЛЕНИЕ СОКРАТИТЕЛЬНЫХ ОТВЕТОВ АРТЕРИЙ У КРЫС В ПЕРИОДЕ РАННЕГО ПОСТНАТАЛЬНОГО ОНТОГЕНЕЗА……..…….172

Этхемова Р.В., Дерябина И.Б., Гайнутдинов Х.Л.
ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ВВЕДЕНИЯ НИТРОПРУССИДА НАТРИЯ НА РЕКОНСОЛИДАЦИЮ ПАМЯТИ В УСЛОВИЯХ УГНЕТЕНИЯ СИНТЕЗА СЕРОТОНИНА..…….173

Ющенко Р.Ш., Ахметшина М.Р., Давыдова М.П.
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АКТИВАТОРА $К_{АТР}$ КАНАЛОВ С АНТИАРИТМИЧЕСКИМ И КАРДИОПРОТЕКТОРНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРИ ПАТОЛОГИЯХ СЕРДЦА, АССОЦИИРОВАННЫХ С ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ (ЛГ) НА МОДЕЛИ МОНОКРОТАЛИНОВОЙ ЛГ……..…173

Якобсон Д.Э., Куликова В.И., Бобров В.С., Гадеева А.А., Жарков М.Н., Акопян Р.Г.
ПОСТИНЪЕКЦИОННОЕ ДЕПОНИРОВАНИЕ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОВЕРХНОСТНОГО ПОКРЫТИЯ.....174

Яшина В.А., Жедяев Р.Ю., Боровик А.С., Кобяков Н.Г., Шульгина А.А., Лукшин В.А., Виноградова О.Л., Тарасова О.С.
СНИЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КАРДИАЛЬНОГО БАРОРЕФЛЕКСА У ПАЦИЕНТОВ СО СТЕНООККЛЮДИРУЮЩИМИ ПОРАЖЕНИЯМИ СОННЫХ АРТЕРИЙ ПОВЫШАЕТ РИСК ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ АРТЕРИЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ПОСЛЕ КАРОТИДНОЙ ЭНДАРТЕРЭКТОМИИ……...……175

Организационный комитет Форума
выражает глубокую благодарность партнерам,
оказавшим поддержку для организации Форума:

ООО Научно-производственная фирма «Биотехнологии»

Biotechnologies

ООО «Торговый дом «Химмед»

ХИМMED

Информационные партнеры Форума:

Портал Neuronovosti.ru

НЕЙРОНОВОСТИ

Портал Indicator.ru

Индикатор

Всероссийский научно-практический форум

«ГОРИЗОНТЫ ФИЗИОЛОГИИ:
ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОТКРЫТИЙ
К МЕДИЦИНЕ БУДУЩЕГО»,

посвященный 220-летию
Казанской физиологической школы

Казанский государственный медицинский университет
12-14 ноября 2026 г.

Сборник тезисов

ISBN 978-5-6055370-8-3

© Оформление. Изд-во ИП Сагиев А.Р., 2026

ISBN 978-5-6055370-8-3