Министерство здравоохранения Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра нормальной физиологии

МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНЫЙ СИМПОЗИУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА И.К. ЖМАКИНА

Сборник статей

22 октября 2026 года

Под редакцией профессора В. В. Зинчука

Гродно
ГрГМУ
2026

УДК 61:005.745(06)
БКК 5я431
М 43

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ГрГМУ (протокол № 15 от 13.10.2026).

Редакционная коллегия:
ректор ГрГМУ, д-р мед. наук, проф. И. Г. Жук;
проректор по научной работе ГрГМУ, канд. мед. наук, доц. М. Н. Курбат;
зав. каф. нормальной физиологии ГрГМУ, д-р мед. наук, проф. В. В. Зинчук

Рецензенты: зав. каф. биологической химии ГрГМУ, д-р мед. наук, проф. В. В. Лелевич;
зав. каф. фармакологии им. проф. М. В. Кораблева ГрГМУ, д-р биол. наук, доц. В. И. Козловский.

Межвузовский научный симпозиум с международным участием, посвященный 100-летию со дня рождения профессора И. К. Жмакина : сборник статей, 22 октября 2026 г. / под ред. проф. В. В. Зинчука. – Электрон. текст. дан. (объем 12,2 Мб). – Гродно : ГрГМУ, 2026. – 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

М 43

ISBN 978-985-36-0135-0.

В сборнике представлены работы сотрудников научных и учебных учреждений Республики Беларусь и стран зарубежья по актуальным вопросам физиологии и медицины, а также особенностям организации образовательного процесса высшей школы, по использованию инновационных образовательных технологий при обучении в медицинском вузе. Представленные работы будут полезны широкому кругу научных сотрудников медико-биологического профиля и работников здравоохранения.

УДК 61:005.745(06)
БКК 5я431

ISBN 978-985-36-0135-0

© ГрГМУ, 2026

ВЕКОВОЙ ЮБИЛЕЙ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЖМАКИНА ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА

Зинчук В. В.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

В этом году (24 июля) исполнилось 100 лет со дня рождения первого сотрудника кафедры нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского университета, физиолога, доктора медицинских наук, профессора Игоря Константиновича Жмакина. Он относится к особой плеяде сотрудников нашего университета, которые стояли у истоков становления нашего учреждения образования.

Он родился в Киеве в семье медиков (отец – Константин Николаевич, известный в СССР акушер-гинеколог). Его детство и первые годы учебы в школе прошли в Украине. Во время Великой Отечественной войны его семья находилась в г. Андижан (Узбекистан). В 1945-1951 гг. И. К. Жмакин учился на лечебном факультете Сталинского медицинского института и в 1-ом Московском ордена Ленина медицинском институте. На 1951-1954 гг. пришлась учеба в аспирантуре при кафедре нормальной физиологии 2-го Московского медицинского института, где будущий доктор наук выполнял диссертацию под руководством советского нейрофизиолога Э. А. Асратяна, который был учеником И. П. Павлова, член-корреспондентом АН СССР, академиком АН Армянской ССР.

В 1954 г. И. К. Жмакин защитил кандидатскую диссертацию «Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга на газовый обмен у собак». В этой работе чувствуется особая атмосфера научных изысканий того времени. «После тщательного отбора для экспериментов было оставлено 5 собак. Одна собака погибла после удаления коры одного полушария и одна через 5 дней после полной декортикации. Таким образом, газовый обмен длительное время изучался у 4-х собак после односторонней декортикации и у 3-х из них после удаления коры обоих полушарий. Промежуток между операциями удаления коры 1-го и 2-го полушария составлял от 2 м. 23 дней до 8,5 месяцев. После 2-й операции собака «Проказник» изучалась в течение 8-ми месяцев. Полностью бескорковая собака «Белая» живет уже свыше года, а «Новый» более 6-ти месяцев. Кроме 5-ти вышеназванных, одна собака («Цыган») изучалась лишь после полной декортикации (через 1 месяц и 1 год 11 месяцев после операции)» [1].

5 мая 1959 г. И. К. Жмакин начал работать в Гродненском государственном медицинском институте на кафедре нормальной физиологии. Ему, как первому сотруднику, пришлось проделать большую работу по

созданию кафедры. После приезда заведующего, доктора медицинских наук Н. И. Аринчина постепенно сформировался коллектив кафедры, который решал различные задачи по организации и становлению учебного процесса. В первой половине 60-х годов И. К. Жмакин принимал участие в становлении Гродненского государственного медицинского института, работал в качестве заместителя декана, проректора по научной и учебной части. В 1969 г. И. К. Жмакин возглавил кафедру, которой он руководил почти 30 лет. Учебный процесс был главным в работе И.К. Жмакина, он уделял большое внимание организации преподавания физиологической дисциплины.

В 1975 г. И. К. Жмакин защитил докторскую диссертацию «Функциональная характеристика некоторых особенностей саморегуляции кровообращения и ритма сердца у взрослых людей и животных, в постнатальном онтогенезе и при изменении артериального давления в эксперименте» (научный консультант, член-корреспондент НАН РБ, Н. И. Аринчин, первый заведующий кафедрой нормальной физиологии).

В этой работе показано, что «изучение раздельной регуляции уровня функционирования водителя ритма и его миграции позволяет в ряде отношений по-новому рассматривать развитие и перестройку регуляции сердца в фило- и онтогенезе, в процессе физической тренировки организма и при различных кратковременных и длительных отклоняющих воздействиях, а так же роль автоматик сердца и её регуляции в формировании типов саморегуляции кровообращения, патогенетических форм повышения и понижения артериального давления» [2].

В 1977 г. И. К. Жмакину присвоено звание профессора. Сфера научных интересов И. К. Жмакина – типы саморегуляции кровообращения и их взаимосвязь с фазовой структурой сердечного цикла в норме и при патологии, особенности их изменения с возрастом, физической нагрузкой, под влиянием различных фармакологических препаратов. И. К. Жмакин обосновал гетерохронность развития в онтогенезе парасимпатической регуляции частоты сердечных сокращений и вариабельности длительности кардиоцикла. Показал, что, несмотря на позднее появление парасимпатической регуляции в постнатальном онтогенезе, в ряде случаев у новорожденных четко выявляется влияние блуждающего нерва.

С 1998 г. по 2003 г. И. К. Жмакин работал профессором кафедры и продолжал активную педагогическую и научную деятельность, делился с молодыми сотрудниками многолетним опытом преподавания нормальной физиологии. Он щедро делился своим опытом, как человек, так и преподаватель, рассказывал многое об истории нашей кафедры [3].

За годы работы *И. К. Жмакин* опубликовал более 200 научных работ, являлся соавтором 2 учебников по физиологии человека, целого ряда практикумов и типовых программ по нормальной физиологии для медицинских вузов. И. К. Жмакин принимал непосредственное участие в подготовке более 40 выпусков врачей, окончивших Гродненский государственный медицинский

институт и университет, выступал с обобщающими докладами по вопросам физиологии кровообращения на пленумах отделения физиологии АН СССР (1973 г., 1978 г.). И. К. Жмакин принимал активное участие в работе Центральной проблемной учебно-медицинской комиссии по физиологии МЗ СССР и международной комиссии по координации преподавания физиологии в социалистических странах, неоднократно выступал с докладами на Всесоюзных семинарах и совещаниях заведующих кафедрами физиологии СССР. С 1999 г. И. К. Жмакин являлся член-корреспондентом Международной Академии Геронтологии. За годы работы И. К. Жмакин руководил подготовкой 7 кандидатских и 1 докторской диссертаций по разным аспектам физиологии и патофизиологии кровообращения и на протяжении многих лет был заместителем председателя физиологического общества Беларуси имени И. П. Павлова и председателем его Гродненского отделения [4].

И. К. Жмакин награжден 3 медалями СССР, многократно – Почетными грамотами Министерства здравоохранения, Гродненского облисполкома, ректората, знаком «Отличник здравоохранения СССР», являлся почетным членом Белорусского физиологического общества.

После ухода на заслуженный отдых И. К. Жмакин продолжал интересоваться жизнью кафедры, встречаться с учениками и коллегами. Жизнь Игоря Константиновича является примером бескорыстного служения медицинской и физиологической науке, он безвозмездно передал в фонд кафедры свою уникальную физиологическую библиотеку, которая активно используется и по сей день специалистами и студентами. 31 декабря 2021 года Игоря Константиновича не стало.

Сотрудники и бывшие студенты университета помнят об огромном вкладе профессора И. К. Жмакина в развитие и становление кафедры нормальной физиологии. Заложенные им основы и традиции продолжают развиваться и преумножаться нынешним коллективом кафедры, который внимательно относится к педагогическому и научному наследию И. К. Жмакина, знакомя с ним студентов и используя его в образовательном процессе.

Вековой юбилей профессора И. К. Жмакина – это не просто дата, а история кафедры нормальной физиологии и университета, которая создавалась великими людьми, оставившими значимый след в развитии не только кафедры, но и нашей Альма-матер и мотивирующими новые поколения на служение на ниве медицинского образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмакин, И. К. Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга на газовый обмен у собак : автореф. дис. … канд. мед. наук / И. К. Жмакин. – Москва, 1954. – 10 с.

2. Жмакин, И. К. Функциональная характеристика некоторых особенностей саморегуляции кровообращения и ритма у взрослых людей и животных в постнатальном

онтогенезе и при изменении артериального давления в эксперименте : автореф. дис. … д-ра мед. наук / И. К. Жмакин. – Москва, 1974. – 54 с.

3. 40 лет кафедре нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского института / Гродн. гос. мед. ун-т ; сост.: И. К. Жмакин, В. В. Зинчук. – Гродно : ГрГМУ, 2000. – 56 с.

4. Жмакін Ігар Канстанцінавіч // Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / рэдкал.: Г. П. Пашкоў (гал. рэд.). – Мн., 1998. – Т. 6 : Дадаізм – Застава. – С. 435.

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОВ

Акулич Н. В.[1], Малашевич П. Н.[2]

[1]Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь
[2]Республиканский центр олимпийской подготовки по зимним видам спорта «Раубичи»
с/с Острошицко-Городокский, Минский район, Беларусь

Введение. Гипоксические состояния, возникающие у атлетов в рамках тренировочного процесса и, особенно, в условиях средне- и высокогорья используются в качестве основного фактора, повышающего устойчивость организма спортсменов к физическим нагрузкам. Основной задачей тренировочного процесса в циклических видах спорта является повышение аэробной и анаэробной производительности, а важнейшим его результатом служит повышение доставки и утилизации тканями кислорода.

Согласно современным исследованиям, гипоксия, оказывая положительное влияние на физическую работоспособность, реализует свое влияние с участием монооксида азота (NO), который, обладая рядом уникальных физико-химических свойств, играет роль регулятора функциональной активности гемоглобина эритроцитов [1]. В результате взаимодействия NO и гемоглобина происходит образование его различных форм [2], что может иметь значение как для развития гипоксии, так и для адаптации к ней.

Известно, что важнейшим фактором, определяющим выносливость в циклических видах спорта, является аэробная производительность, а ее составляющей – кислородтранспортная функция крови, которая определяет не только скорость поступления кислорода из альвеол легких в кровь, но и эффективность доставки O_2 в работающие мышцы [3].

Цель. В рамках выполнения отраслевого проекта Министерства спорта Республики Беларусь разработана методика повышения эффективности

адаптации к гипоксии, а одним из этапов ее внедрения является процедура валидации.

В рамках валидации методики оценивали влияние гипобарической гипоксии на ключевые показатели адаптации, определяли надежность методики, практическую применимость, безопасность и экономическую эффективность.

Методы исследования. Участниками исследования являлись спортсмены 23-29 лет, специализирующиеся в циклических видах спорта, квалификация не ниже мастера спорта. Группы: основная – применение гипобарической гипоксии в тренировочном процессе, контрольная – нормобарические условия тренировки. Объем выборки: 32 человека, критериями включения/исключения были отсутствие травм, стабильный тренировочный фон, отсутствие приема препаратов/добавок, влияющих на метаболизм NO. Исследовались специальная работоспособность (ступенчатый тест на велоэргометре или 30-ти минутный Dauer-тест), адаптация и восстановление, а биомаркерами адаптации являлись лактат и глюкоза крови, показатели ретикулоцитов и эритроцитов, содержание NO в эритроцитах.

При статистическом анализе использовался непараметрический анализ (U-критерий Mann-Whitney) и методы апостериорной статистики. Критерием успешности валидации методики были статистически значимые улучшения в основной группе, воспроизводимость и валидность методики, положительная «обратная связь» от спортсменов и/или тренеров. Для каждой группы (гипоксия или нормоксия) выполнялись два исследования: 1-е за 1-3 дня до интервенции – нагрузочный тест с оценкой биомаркеров крови; 2-е через 1-3 дня после интервенции – повтор нагрузочного теста и оценка биомаркеров.

Для доказательства эффективности методики использовался Mann-Whitney U-тест для двух групп X и Y с оценкой апостериорного распределения параметра сдвига:

$$U = n_1 n_2 \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R1, \text{ где}$$

R1 – сумма рангов первой группы, n_1, n_2 – объемы выборок.

Далее оценивалось апостериорное распределение сдвига δ между группами, используя ранговые данные:

P(δ|данные) ∝ P(данные|δ) × P(δ), где
P (δ) – априорное распределение,
P (данные|δ) – правдоподобие, основанное на ранговых различиях.

Далее вычислялся Bayes Factor (BF_{10}) – отношение правдоподобий гипотез H1 (различие имеется) и H0 (различия отсутствуют):

$$BF10 = \frac{\text{P(данные | H1)}}{\text{P(данные | H0)}}$$

Апостериорное распределение визуализировалось как плотность вероятности, показывающая направление и величину эффекта (рис. 1).

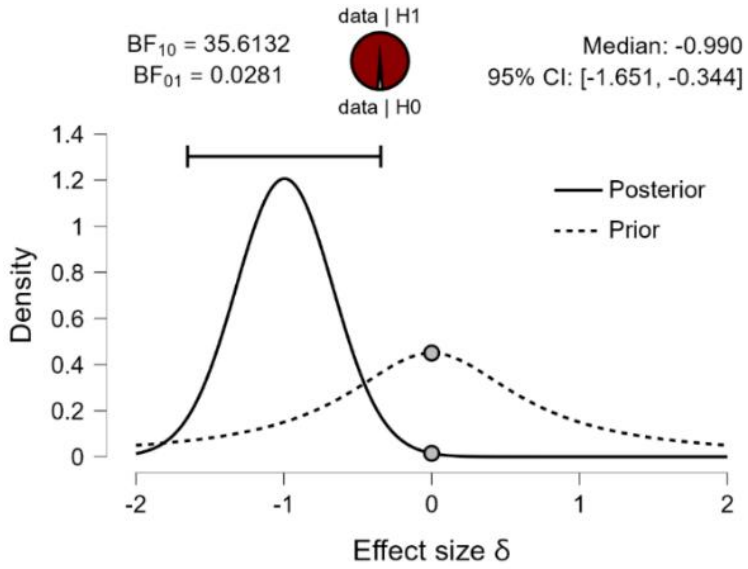


Рисунок 1 – Пример оценки апостериорной вероятности гипотезы

Например, при оценке показателя средний объем эритроцита проведен сравнительный анализ у спортсменов двух групп и получены значения BF_{10} 35.6, что указывает на сильные доказательства в пользу гипотезы H1: группы различаются, а апостериорное распределение и интервал [-1.65, -0.34] указывает на устойчивый эффект.

Таким образом, получены сильные доказательства (Mann-Whitney U-тест и критерий Байеса, BF_{10}>10), что спортсмены, получившие преимущества в адаптации к гипоксии, поскольку прошли горную подготовку, характеризуются ростом среднего объема эритроцита.

Результаты и их обсуждение. При проведении специального тестирования установлено, что при применении гипоксии выявлено меньшее значение (на 15% и более) лактата крови при сходной мощности нагрузки, соответствие концентрации лактата применяемой скорости движения дорожки, меньшая вариабельность пульса, что указывает на эффективность предшествующей подготовки и соответственно положительное влияние УТС в условиях среднегорья. В частности, у конькобежцев, специализирующихся на длинных дистанциях, δ лактата достигала -55% и -58% на 175 и 275 Ваттах мощности, что соответствовало аэробному механизму энергообеспечения.

Меньшая и большая мощность работы при проведении нагрузочного тестирования в группе «гипоксия» сопровождалась менее выраженными различиями, а при приближении интенсивности нагрузки к зоне максимального потребления кислорода они составляли менее 10%, что является существенным для спортсменов высокой квалификации. Спортсмены контрольной группы характеризовались высокой вариабельностью ЧСС, переносимость нагрузки по данным RPE Borg была выше в группе «гипоксия» (BF_{10} 261,0 – очень сильные доказательства). Воздействие гипобарической гипоксии привело к 13% приросту содержания гемоглобина в ретикулоцитах (BF_{10} 900,5 – очень сильные доказательства), более чем 2-х кратному увеличению содержания NO в эритроцитах (BF_{10} 795,1).

Выводы. Разработана и валидирована методика повышения эффективности тренировочного процесса при адаптации спортсменов к гипоксии, которая направлена на рост аэробной (в большей степени) и анаэробной производительности, а важнейшим ее результатом является увеличение доставки и утилизации тканями кислорода. Гипобарическая гипоксия, оказывая положительное влияние на физическую работоспособность, реализует свое влияние через специфический механизм, функционирующий с участием гемоглобина и монооксида азота эритроцитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. D’Alessandro, A. Erythrocyte adaptive metabolic reprogramming under physiological and pathological hypoxia / A. D’Alessandro, Y. Xia // Current Opinion in Hematology. – 2020. – Vol. 27, № 3. – P. 155-162.

2. Effect of an Eleven-Day Altitude Training Program on Aerobic and Anaerobic Performance in Adolescent Runners / P. Bahenský, V. Bunc, P. Tlustý [et al.] // Medicina. – 2020. – Vol. 56, № 4. – P. 184.

3. Hargreaves, M. Skeletal muscle energy metabolism during exercise / M. Hargreaves, L. L. Spriet // Nat Metab. – 2020. – Vol. 2, № 9. – P. 817-828.

ОЖИРЕНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аль-Джебур Д. Ш. О.[1], Глуткина Н. В.[2], Подопригора М. В.[2]

[1]Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
[2]Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Избыточный вес и ожирение являются серьезной проблемой общественного здравоохранения, решение которой связано с высокими медицинскими и социальными издержками. Например, в Европейских странах финансовые затраты, связанные с лечением и профилактикой ожирения,

составляют около 7% от всех расходов на здравоохранение, что сопоставимо с расходами на борьбу с раком и другими заболеваниями [1, с. 440].

Наблюдаемый во всем мире существенный рост лиц с избыточным весом в ближайшем будущем может привести к увеличению смертности к 2050 г. (92 миллиона преждевременных смертей) [2, с. 2]. Данная проблема в значительной степени затрагивает наиболее развитые страны, для которых ситуация увеличения количества лиц, имеющих повышенный индекс массы тела, является типичной. Тем не менее, ситуация с избыточной массой тела в современном обществе настолько серьезная, что высокие уровни ожирения распространяются также на страны с низким уровнем дохода.

Данная ситуация является чрезвычайно опасной как для отдельного человека, так и для общества в целом, поскольку ожирение является предиктором целого ряда заболеваний: сахарного диабета 2 типа, гипертонии, ишемической болезни сердца, рака (особенно толстой кишки, предстательной и молочной желез), апноэ во сне, тромбоэмболических осложнений, дегенеративных заболеваний суставов и дерматологических расстройств [3, с. 2761].

Жировая клетчатка как эндокринный и паракринный орган способна влиять на другие органы и системы, а при избыточной массе тела происходит не только пролиферация и гипертрофия адипоцитов, но и их инфильтрация макрофагами с последующим развитием воспалительных реакций, вследствие чего изменяется ее метаболическая активность, что позволяет рассматривать ожирение как системный воспалительный процесс. Данная патология является хроническим мультифакторным заболеванием, проявляющееся избыточным накоплением жировой ткани и сопровождающееся повышенным риском сердечно-сосудистых событий, осложнений и сопутствующих заболеваний, а также целостностью нормального эндотелия, приводя к его дисфункции.

Выявлена связь между ожирением и периферическим воспалением низкой степени выраженности [4, с. 326]. При повышенной экспрессии фактора некроза опухоли-α в жировой ткани тучных грызунов и людей, продемонстрировано, что этот фактор необходим для развития ожирения, связанного с резистентностью к инсулину, и распространяется путем инфильтрации макрофагов и множества других рекрутированных лейкоцитарных типов клеток.

Одним из наиболее опасных видов ожирения является эндокринное ожирение: жировая ткань увеличивает секрецию инсулина и вызывает резистентность к инсулину за счет высвобождения избытка свободных жирных кислот. Инсулин высвобождается в ответ на поступление свободных жирных кислот в кровоток и способствует периферическому поглощению глюкозы мышцами и печенью через липопротеинлипазу, которая способствует липогенезу и поглощению жирных кислот. При этом происходит значительное потребление и окисление свободных жирных кислот и снижение окисления глюкозы с избыточным накоплением так называемых токсичных липидов –

ацилкоэнзима А, диацилглицерина и церамидов, которые приводят к изменению внутриклеточного сигнального каскада инсулина, стрессу эндоплазматического ретикулума, активации протеинкиназы С, модуляции активируемых пролифераторами пероксисом, высвобождению цитохрома С из митохондрий и, как следствие, инициации апоптотических процессов.

Ожирение является серьезной проблемой общественного здравоохранения, затрагивающей как отдельного человека, так и сообщества во всем мире. Растущие показатели распространенности этого заболевания подтверждают серьезные риски для здоровья, включая сахарный диабет, болезни сердца и различные виды онкологических заболеваний. Последствия для общества могут быть серьезными, поскольку рост количества лиц с ожирением снижает производительность и качество жизни, создает нагрузку на системы здравоохранения. Борьба с ожирением необходима не только для благополучия отдельных людей, но и для укрепления здоровья сообществ и обеспечения устойчивых решений в области здравоохранения.

В наших исследованиях у пациентов с инсулинорезистентностью выявлено снижение уровня коэнзима Q10 и инсулиноподобного фактора роста связывающего белка-1, повышенное содержание аспросина, которое сопровождается ухудшением оксигенации крови, наиболее выраженным при увеличении концентрации этого гормона [5]. Установлено, что при инсулинорезистентности у лиц с нормальной массой тела происходит снижение сродства гемоглобина к кислороду, тогда как при избыточной массе тела и ожирении I степени отмечается его повышение. Кроме того, у исследуемых пациентов при увеличении содержания аспросина (особенно при ожирении I степени) наблюдается рост концентрации монооксида азота и снижение уровня сероводорода.

При сахарном диабете 2-го типа отмечается существенное уменьшение концентрации коэнзима Q10 и инсулиноподобного фактора роста связывающего белка-1 в плазме крови, которые тесно связаны с гиперпродукцией аспросина [6]. Повышенное содержание этого гормона при данной патологии (наиболее значимо при ожирении I степени) сопровождается ухудшением кислородсвязующих свойств крови: снижением парциального давления кислорода и степени оксигенации, сдвигом кривой диссоциации оксигемоглобина вправо, а также увеличением концентрации монооксида азота и снижением уровня сероводорода, что имеет значение для формирования кислородного дисбаланса и развития адизопатии.

Установленные изменения содержания коэнзима Q10 и инсулиноподобного фактора роста связывающего белка-1, а также системы газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводород) и аспросина при нарушениях углеводного обмена (инсулинорезистентность и сахарный диабет 2-го типа) важны для изменения механизмов транспорта кислорода кровью и развития метаболических нарушений [7]. Вклад аспросина в регуляцию кислородсвязывающих свойств крови имеет значение для формирования

кислородного обеспечения и адаптационных резервов у лиц с метаболическими нарушениями.

Таким образом, изменения содержания данных коэнзима Q10, инсулиноподобного фактора роста связывающего белка-1, газотрансмиттеров (H_2S, NO) и аспросина при сахарном диабете 2-ого типа при избыточной массе тела и ожирении I степени имеет значение для формирования кислородсвязующих свойств крови и развития возникающего метаболического дисбаланса. Определение аспросина позволяет оценить выраженность нарушений углеводного обмена, а именно, инсулинорезистентности, что важно для совершенствования подходов направленной терапии и коррекции данных нарушений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ожирение – глобальная проблема общественного здравоохранения / Т. Ш. Шарманов, Ш. А. Балгимбеков, Ж. Б. Рыстигулова [и др.] // Вестник Казахского Национального медицинского университета. – 2014. – № 1. – С. 440-442.

2. Socio-geographical disparities of obesity and excess weight in adults in Spain: insights from the ENE-COVID study / E. Gutiérrez-González, M. García-Solano, R. Pastor-Barriuso [et al.] // Front. Public Health. – 2023. – Vol. 11. – Art. 1195249.

3. Akturk, O. M. The comparison of effects of Roux-n-y gastric bypass and sleeve gastrectomy on excess weight loss in morbidly obese patients / O. M. Akturk, B. D. Yildiz // Int J Res Med Sci. – 2020. – Vol. 8, № 8. – P. 2761-2766.

4. Андреев, Д. Н. Ожирение как фактор риска заболеваний пищеварительной системы / Д. Н. Андреев, Ю. А. Кучерявый // Терапевтический архив. – 2021. – Т. 93, № 8. – С. 954-962.

5. Zinchuk, V. V. Oxyren-dependent aspecs of asprosin action / V. V. Zinchuk, J. S. O. Al-Jebur // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. – 2024. – Vol. 60, № 2. – P. 818-820.

6. Zinchuk, V. Hemoglobin-Oxygen Affinity and Gas Transmitters (NO and H_2S) in Type 2 Diabetes Mellitus Patients With Different Asprosin Contents / V. Zinchuk, J. Al-Jebur, N. Glutkin // Journal Series on Biomechanics. – 2026. – Vol. 40, № 1. – P. 5-13.

7. Жировая ткань и нарушения углеводного метаболизма / Д. Ш. О. Аль-Джебур, В. В. Зинчук, Н. В. Глуткина [и др.] // Биохимия и молекулярная биология. – 2026. – Т. 5, № 1 (8). – С. 118-124.

ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЕВРЕМЕННОЙ РЕАКЦИИ НА СИМПТОМЫ ПАРАЗИТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ИХ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ

Амбрушкевич Ю. Г., Новицкая Н. О.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Паразитарные заболевания поражают более 1 млрд человек ежегодно. Многие из них относятся к «забытым» тропическим болезням (Neglected Tropical Diseases – NTD). Ежегодно от этих болезней умирает более 100 тыс. человек [1]. Особенно показательно, что ВОЗ определяет эти болезни как «забытые» именно из-за недостаточного внимания со стороны глобальных фондов и систем здравоохранения. Ключевой проблемой, не позволяющей добиться значительного сокращения заболеваемости, является низкая настороженность населения и позднее обращение за помощью [1].

Цель. В данном исследовании мы выяснили, насколько сильно на распространенность паразитарных заболеваний в нашем регионе влияет осведомленность населения и своевременная реакция на симптомы данных заболеваний.

Методы исследования. Проведен опрос 32 респондентов. Гендерный состав: 75% женщины и 25% мужчины в возрасте от 12 до 65 лет, с преобладанием более молодых людей и подростков, что особенно важно из-за их недостаточной осведомленности о путях передачи паразитов [3]. Изучены поведенческие реакции населения при появлении симптомов, характерных для 44 распространенных паразитарных заболеваний, дана оценка влияния этих реакций на распространенность инвазий. Для оценки эпидемиологической опасности симптомов введен «индекс опасности симптомов» (ИОС) – средневзвешенное время (в днях) до обращения за помощью [4]. Весовые коэффициенты: «сразу» – 0; «в тот же день» – 0,5; «на следующий день» – 1; «через 2-3 дня» – 2,5; «через 4-5 дней» – 4,5; «через неделю» – 7; «больше недели» – 10; «не буду обращать внимание» – 100. Чем выше ИОС, тем выше опасность данного симптома в эпидемиологическом плане.

Результаты и их обсуждение. По результатам опроса все симптомы инвазий были разделены на три группы: группа А (ИОС>12 дней) – наиболее опасные, 9 симптомов. Лидерами в данной группе являются: астения/слабость (25,5 дня), миалгии (24,8), метеоризм (23,4), сонливость/нарушение походки (16,9), гиперпигментация кожи (16,2), тошнота/рвота (15,8), боли в животе (14,9), кахексия (14,7), анальный зуд (12,5). Группа Б (ИОС 6-12 дней) – средняя опасность, 19 симптомов: лихорадка (11,5), диарея (10,9), кишечная непроходимость (10,8), увеличение лимфоузлов (10,6), гепатомегалия (8,2), кашель с кровью (8,0), выделения из половых путей (7,9) и др. Группа В

(ИОС<6 дней) – наименее опасные, 8 визуальных симптомов: видимый червь (1,9), сегмент в постели (2,1), подкожные узелки (4,0), выпадение прямой кишки (4,2), гидроцефалия (4,4), гематурия, спленомегалия, лимфаденит.

Анализ доли самолечения показал, что наибольший процент самолечения, соответственно, и наибольшую эпидемиологическую опасность имеют конституциональные и диспепсические симптомы: боли в животе (31,8%), кожный зуд (30,0%), астения (29,6%), метеоризм (29,6%), тошнота/рвота (28,6%). Игнорирование посещения врача при вышеприведенных симптомах приводит к возможности распространения заболевания. Так, например, увеличивается период яйцепродукции, это приводит к эпидемиологическому риску загрязнения почвы. Например, аскарида человеческая производит до 250 тыс. яиц в сутки. Позднее обращение к врачу так же ведет к хронизации процесса и повышению вероятности аутореинвазии, например, при энтеробиозе. Нужно отметить, что высокий ИОС характерен для симптомов, встречающихся при самых распространенных инвазиях: астения – при анкилостомозе, трихоцефалезе, описторхозе, лямблиозе; миалгии – при трихинеллезе, токсоплазмозе, шистосомозе; метеоризм – при лямблиозе, балантидиазе, аскаридозе; тошнота и рвота – при аскаридозе, описторхозе, фасциолезе [2].

При визуальных (видимый гельминт, членики ленточных червей, подкожные узелки) и органных (гематурия, спленомегалия, гепатомегалия, желтуха) симптомах паразитарных заболеваний самолечение близится к 0%.

При сравнении данных опроса с эпидемиологическими реалиями по наиболее распространенным паразитарным заболеваниям результаты оказались следующими. Аскаридоз (Ascaris lumbricoides) – одна из наиболее распространенных гельминтных инвазий в мире. Согласно исследованиям, в эндемичных регионах пораженность школьников может достигать 23,1% [3]. При этом ключевые симптомы (боли в животе, метеоризм, слабость) в нашем опросе демонстрируют: средний индекс опасности симптомов: 21,3 – высокий; средняя доля обратившихся к врачу: только 69,7%; средний срок ожидания: более 9 дней. Такое несоответствие между реальной распространенностью и низкой настороженностью населения создает порочный круг: высокая распространенность – «привыкание» к симптомам – низкая обращаемость – сохранение очага инвазии.

Энтеробиоз (Enterobius vermicularis) – наиболее распространенный гельминтоз в организованных коллективах. Исследования показывают пораженность до 19,3% среди школьников [3]. Характерный симптом – анальный зуд – в нашем опросе имеет индекс опасности 12,5 (высокий) и долю обратившихся к врачу 85,7%. Однако, 14,3% выбирают самолечение, что при энтеробиозе крайне неэффективно из-за высокого риска аутореинвазии.

Описторхоз (Opisthorchis felineus) – широко распространен в Евразии. Исследования в Западной Сибири показали пораженность населения до 60,2%.

При этом, хотя общая осведомленность об описторхозе высока (93,2%), знания о путях передачи недостаточны [2].

На основании интегрального анализа данных опроса и эпидемиологической статистики выделены заболевания с максимальным разрывом между реальной распространенностью и уровнем настороженности населения (таблица 1).

Таблица 1 – Соотношение распространенности и уровня узнаваемости некоторых заболеваний

Заболевание	Распространенность	Узнаваемость симптомов (индекс)	Разрыв
Лямблиоз	Очень высокая	23-26 (метеоризм, слабость)	Критический
Аскаридоз	Высокая (до 23%)	14,8 (боли в животе)	Критический
Энтеробиоз	Высокая (до 19%)	12,5 (анальный зуд)	Значительный
Анкилостомоз	Высокая (эндемичные районы)	25,5 (астения), 14,9 (боли)	Критический
Трихоцефалез	Широкое распространение	25,5 (астения)	Критический
Стронгилоидоз	Высокая (эндемичные районы)	12,8 (кожный зуд), 24,8 (миалгии)	Значительный

Выводы. Выявлен критический разрыв между реальной распространенностью паразитарных заболеваний и настороженностью населения. Наиболее распространенные инвазии (лямблиоз, аскаридоз, энтеробиоз, анкилостомоз, стронгилоидоз) характеризуются неспецифическими симптомами, которые игнорируются или лечатся самостоятельно. Средний срок ожидания при таких симптомах достигает 12 дней, уровень самолечения – 30%. Редкие заболевания с драматическими визуальными проявлениями (дирофиляриоз, тениоз) вызывают немедленную реакцию и 100% обращение к врачу, несмотря на меньшую эпидемическую значимость. Сравнение с ВОЗ подтверждает: наиболее проблемные заболевания – те, что «забываются» самими пациентами на индивидуальном уровне. Для повышения эффективности борьбы необходимо сместить фокус просветительской работы с редких драматических проявлений на повседневные, но широко распространенные симптомы, обучая население распознавать опасные состояния за маской «обычной усталости» или «несерьезного» вздутия живота.

ЛИТЕРАТУРА

1. Summary of the Global report on neglected tropical diseases 2025 / World Health Organization // Weekly Epidemiological Record. – 2026. – Vol. 101, № 3. – P. 5-12.

2. Opisthorchis felineus infection, risks, and morbidity in rural Western Siberia, Russian Federation / O. S. Fedorova, M. M. Fedotova, O. I. Zvonareva [et al.] // PLoS Neglected Tropical Diseases. – 2020. – Vol. 14, № 6. – Art. e0008421

3. Rapid appraisal of human intestinal helminth infections among schoolchildren in Osh oblast, Kyrgyzstan / P. Steinmann, J. Usubalieva, C. Imanalieva [et al.] // Acta Tropica. – 2010. – Vol. 116, № 3. – P. 178-184.

4. Общий иммуноглобулин Е как предиктор наличия зооантропоноза у условно здоровых лиц: обсервационное исследование / Е. В. Замятина, А. И. Шевела, И. А. Мандель [и др.] // Инфекция и иммунитет. – 2024. – Т. 14, № 2. – С. 321-328.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА, КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В НОРМЕ И ПРИ АСЕПТИЧЕСКОМ НЕКРОЗЕ

Ануфрик С. С.[1], Жарнова О. А.[1], Быковский Э. А.[2], Крупская Т. К.[1], Жарнова В. В.[1]

[1]Гродненский государственный университет имени Янки Купалы
[2]Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Физиология костной ткани включает постоянное обновление, поддержку формы тела, защиту органов и обмен минералов. Установлено, что при асептическом некрозе страдает костная ткань [1, с. 638]. Физиологическая роль костной ткани многогранна и включает в себя следующие аспекты: **биомеханическая функция**, **гомеостатическая функция**, **гемопоэтическая функция**, **эндокринная функция**.

Асептический некроз тазобедренного сустава классифицируется как распространенная патология в современной клинической практике. Профилактика данного заболевания является приоритетной задачей, учитывая риск деструкции костной ткани, утраты функциональности сустава и последующей инвалидизации пациента. Патогенез заболевания включает нарушение процессов минерализации (дефицит кальция и фосфора), что влечет за собой снижение плотности костной структуры, ее хрупкость и необратимую деформацию.

Цель. Исследование посвящено выявлению различий содержания микро- и макроэлементов в костной ткани, как физиологической системе, пораженной асептическим некрозом и при нормальном состоянии без дистрофических изменений.

Методы исследования. В ходе исследования была изучена костная ткань тазобедренного сустава. Ткань изъята у 12 пациентов (разного пола и возраста) с диагнозом «асептический некроз головки бедренной кости» в ходе операций по тотальному эндопротезированию тазобедренного сустава в УЗ «ГКБСМП» г. Гродно. По этическим причинам данные о содержании макроэлементов и микроэлементов костной ткани в «норме» были взяты из литературных источников [2].

Подготовка материала включала фиксацию и консервирование статических тканей в смеси растворов альдегидов: 0,2% раствор формальдегида и 0,05% глутарового альдегида с добавлением глицерина (1:4). Данный раствор помещался в герметичный стеклянный сосуд с последующим хранением аллоимплантата в холодильнике при температуре +4°С. Срок хранения был ограничен 6-12 месяцами с последующим разделением на фрагменты. Элементный анализ проводился на базе лабораторий УО «Гродненский государственный университет имени Я. Купалы» с применением рентгенофлуоресцентного спектрометра ElvaX. Метод рентгенофлуоресцентного анализа, традиционно применяемый в фундаментальной травматологии и судебной медицине, позволяет оценивать минеральную плотность кости, выявлять биохимические сдвиги и определять концентрацию макроэлементов и микроэлементов, что дополняет клиническую диагностику.

Результаты и их обсуждение. Патология минерализации костной ткани представляют собой расстройства метаболизма кальция и фосфора, провоцирующие снижение плотности скелета, его деформацию и повышенную ломкость. К ключевым нозологическим формам данных нарушений относятся остеомаляция, характеризующаяся дефектом минерализации органического матрикса, и остеопороз, сопровождающийся системным снижением костной массы. В ходе проведенного исследования было установлено, что асептический некроз сопровождается патологией минерализации костной ткани и изменением содержания Ca кальция, P фосфора, Sr стронция, Si кремния, Fe железа и Zn цинка. Костная ткань работает как стратегический резерв организма: здесь сосредоточено почти все количество кальция и фосфора. Благодаря такому запасу уровень этих минералов в крови всегда остается в норме [3; 4, с. 185].

Установлено, что содержание общего кальция Ca и фосфора P в костных тканях бедренных головок женщин и мужчин падает при таком заболевании как асептический некроз по сравнению с «нормальной». Широкий диапазон варьирования Ca/P-коэффициента, как числовое соотношение концентраций Ca кальция и P фосфора, которое определяет качество минерализации костей, прочность зубной эмали и правильность обмена веществ в исследуемых образцах, объясняется различиями в минеральном составе костной ткани. Снижение этого показателя, по всей видимости, детерминировано особенностями строения губчатой кости, характеризующейся пониженной плотностью минерализации. В таблице 1 приведены сравнительные показатели кальций-фосфорного коэффициента в костной ткани при наличии и без асептического некроза, дифференцированные по половозрастным группам.

Таблица 1 – Числовое соотношение Ca кальция и P фосфора для нормальной группы и при асептическом некрозе

Показатель	**Мужчины 30-50 лет**	**Мужчины 50-70 лет**	**Женщины 30-50 лет**	**Женщины 50-70 лет**
Ca/P-коэффициентов в норме	0,89±0,04	0,89±0,04	0,89±0,04	0,89±0,04
Ca/P-коэффициент при асептическом некрозе	1,61±0,01	1,72±0,01	1,80±0,01	1,79±0,01

Двукратное снижение концентрации фосфора относительно кальция приводит к росту атомного соотношения Ca/P. Данная динамика, вероятнее всего, объясняется процессами изоморфного замещения: ионы кальция в кристаллической решетке вытесняются катионами металлов, а фосфатные тетраэдры – карбонат-ионами и другими анионами. Выявлена взаимосвязь концентрационных рядов микроэлементов Zn цинка, Sr стронция, Fe железа и Si кремния пораженной костной ткани и в норме. Данные элементы являются важными и имеют множество функций. **Цинк:** активирует остеобласты (клетки, формирующие кость) и необходим для выработки коллагена – основы костной ткани. Играет ключевую роль в росте скелета и его минерализации в период взросления. **Стронций:** благодаря структурному сходству с Ca, легко интегрируется в костную ткань. Он работает в двух направлениях: ускоряет синтез новой кости и замедляет процессы ее разрушения, что значительно повышает плотность и прочность скелета. **Железо:** обеспечивает полноценное питание и кислородный обмен в костном мозге. Кроме того, оно участвует в ферментативных процессах, необходимых для формирования коллагена. Нехватка железа нарушает метаболизм во всем организме, негативно отражаясь на состоянии костей. **Кремний:** обеспечивает эластичность костей и прочность соединительных тканей. Способствует эффективному усвоению Ca и фосфора, а также стимулирует активность остеобластов, запуская процессы обновления костной ткани. Графическая зависимость представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Взаимосвязь концентрационных рядов микроэлементов Zn цинка, Sr стронция, Fe железа и Si кремния пораженной костной ткани и в норме

Из данных, представленных на рисунке 1, видно, что наличие патологических функциональных изменений костной ткани сопровождается нарушением в ней элементного баланса.

Выводы. В ходе исследования проведена оценка особенностей элементного состава костной ткани человека в «норме» по сравнению с костными заболеваниями на примере патологического течения костной минерализации, сопровождающейся асептическим некрозом. Был проведен сравнительный анализ элементного состава костной ткани в норме и при асептическом некрозе. Установлено, что патологический процесс сопровождается дефицитом Ca кальция, P фосфора и Sr стронция, а также накоплением Si кремния, Fe железа и Zn цинка в пораженных участках кости. Проведено сравнение коэффициента Ca/P, для пациентов страдающих асептическим некрозом и группы здоровых людей, как числовое соотношение содержания Ca кальция и P фосфора.

Полученные данные помогут лучше понять, как именно проходит процесс минерализации кости. В будущем это будет способствовать созданию новых способов лечения, раннего выявления и профилактики болезней суставов, которые помогут людям быстрее восстанавливаться после травм и заболеваний. Полученные результаты могут стать основой для разработки новых методов профилактики и ранней диагностики наличия структурных нарушений костной ткани, которые помогут эффективно восстанавливать кости и суставы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лечение асептического некроза головки бедренной кости: клинические рекомендации / А. Н. Торгашин, С. С. Родионова, А. А. Шумский [и др.] // Научно-практическая ревматология. – 2020. – Т. 58, № 6. – С. 637-645.

2. Герк, С. А. Элементный состав костной ткани человека в норме и при патологии / С. А. Герк, О. А. Голованова // Вестник Омского университета. – 2015. – № 4. – С. 39-44.

3. Гилинская, Л. Г. Типоморфизм парамагнитных радикалов CO_2^-, CO_3^- и CO_3^{3-} в природных карбонатапатитах / Л. Г. Гилинская, Ю. Н. Занин, В. П. Назьмов // Геология и геофизика. – 2002. – Т. 43, № 3. – С. 297-303.

4. Баринов, С. М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С. М. Баринов, В. С. Комлев. – М.: Наука, 2005. – 204 с.

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА ЖМАКИНА

Балбатун О. А., Емельянчик Ю. М.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

С момента создания кафедры нормальной физиологии первоначальные научные исследования ее сотрудников формировались на основе традиций физиологической школы И. П. Павлова. Заведующий кафедрой Николай Иванович Аринчин (1914-1999 гг.) был учеником академика АМН СССР Дмитрия Андреевича Бирюкова (1904-1969 гг.), который с 1928 по 1935 гг. обучался у И. П. Павлова. Первый сотрудник кафедры (05.05.1959 г.), доцент Игорь Константинович Жмакин (1926-2022 гг.) обучался в аспирантуре под руководством член-корреспондента АН СССР, академика АН Армянской ССР Эзраса Асратовича Асратяна (1903-1981 гг.), который с 1930 по 1938 гг. тоже обучался в Физиологическом институте АН СССР у И. П. Павлова. Область первых научных исследований кафедры также определялась имеющимся оборудованием. Н. И. Аринчин привез из Ленинграда гемодинамический осциллограф с фотозаписью (ГОЭ-2). И. К. Жмакиным в республиканской «Медтехнике» был получен французский многоканальный электроэнцефалограф «Альвар» с различными приставками, который позволял регистрировать наряду с ЭЭГ и много других показателей, в том числе и параметры кровообращения (ЭКГ, пульс, ФКГ и др.) [1].

В первые годы существования кафедры организация и руководство научной работой осуществлялось Н.И. Аринчиным. Учебная работа в основном координировалось И.К. Жмакиным. Однако Игорь Константинович не оставался в стороне от кафедральных научных исследований. Опыт выполнения кандидатской диссертации на тему «Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга на газовый обмен у собак» (1954 г.) гармонично синтезировался с исследованиями вопросов физиологии кровообращения. В 60-х и начале 70-х годов И.К. Жмакиным совместно с В. И. Кузнецовым, Ю. Т. Сафроновым, П. И. Шиманским, Т. В. Калининой, Ф. Н. Сенько, Л. И. Санюкевич, О. М. Кирилловой, К. Е. Супруном и другими сотрудниками кафедры, развивалось, предложенное Н. И. Аринчиным, учение о трех типах саморегуляции кровообращения: сердечном, сосудистом и смешанном. Теория типов саморегуляции кровообращения распространилась и на патологию данной системы, предполагая важность типирования гемодинамических особенностей и индивидуальный подход при выборе методов коррекции.

В 70-х годах И. К. Жмакиным были проведены фундаментальные исследования механизмов адаптации и контроля сердечно-сосудистой системы.

Была показана относительная стабильность типов саморегуляции кровообращения и особенности их изменения с возрастом, при физической нагрузке и под влиянием различных фармакологических препаратов. Были исследованы этапы формирования механизмов регуляции кровообращения с момента рождения до взрослого состояния. В исследованиях на людях и лабораторных животных было доказано, что типы саморегуляции ритма сердца формируются на ранних этапах постнатального периода. И. К. Жмакиным обосновано предположение о гетерохронности развития в онтогенезе и при физической тренировке парасимпатической регуляции средней частоты сердечных сокращений и вариабельности длительности цикла. Показано, что несмотря на позднее появление парасимпатической регуляции в постнатальном онтогенезе, в ряде случаев четко выявляется влияние вагуса уже у новорожденных. Это послужило основанием для того, чтобы выдвинуть представление о гетерохронности развития этих видов влияния как проявлений системогенеза – сначала созревают системы связанные с реагированием сердца на приток крови, а затем – регуляция сердца, направленная на приспособление сердечной деятельности, частоты его сокращений к общим потребностям организма. Экспериментально исследовано, как барорецепторные рефлексогенные зоны и центральные структуры регулируют сосудистый тонус и сердечный выброс при искусственном изменении давления. Большая серия экспериментов в январе 1975 г. завершилась защитой докторской диссертации на тему «Функциональная характеристика некоторых особенностей саморегуляции кровообращения и ритма сердца у взрослых людей и животных, в постнатальном онтогенезе и при изменении артериального давления в эксперименте».

После защиты докторской диссертации вместе с сотрудниками кафедры И. К. Жмакин продолжил исследования системной организации физиологических функций. С начала 70-х годов после прихода на кафедру доцента М.В. Борисюка комплексный подход к изучению кровообращения был расширен представлением о функциональной системе транспорта кислорода [2, с. 5]. Соответственно, различные аспекты физиологии дыхания также вошли в круг научных интересов И. К. Жмакина. Им плодотворно разрабатывались вопросы типологических, половых, возрастных и биоритмологических особенностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Научные представления, устремления И. К. Жмакина, несомненно, формировались под влиянием его отца, Константина Николаевича Жмакина (1894-1986 гг.) – ученого, известного акушера и гинеколога, доктора медицинских наук (1928 г.), профессора (1930 г.), подполковника медицинской службы, автора многочисленных научных работ, включая учебник «Акушерство», который считается «золотым стандартом» советского медицинского образования. Когда речь заходила о физиологических особенностях беременности у Игоря Константиновича в глазах появлялось воодушевление и он говорил: «Никогда не отождествляйте беременность и

болезнь. Физиологически протекающая беременность – это естественный процесс, который делает женский организм крепче и здоровее!». Соответственно физиология женского организма, и, особенно, экстрагенитальные изменения в различных органах и системах в динамике полового цикла входили в круг его научных исследований. Другим важным последствием семейных традиций была увлеченность вопросами геронтологии. Опираясь на обширные знания физиологических закономерностей функционирования организма человека И. К. Жмакин проводил активный поиск методов обеспечения **активного долголетия** и предотвращения возрастных заболеваний. Эти исследования закономерно привели к избранию И. К. Жмакина членом Международной академии геронтологии в 1999 году и отразились в научных и учебных публикациях на данную тему.

Отличительной чертой организации И. К. Жмакиным научных исследований на кафедре было пристальное и доброжелательное внимание к студенческой науке. Эту традицию руководства и уважительной поддержки молодых ученых основал первый заведующий кафедрой Н. И. Аринчин и, в настоящее время, успешно продолжают доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь В. В. Зинчук (зав. кафедрой нормальной физиологии с 1998 г. по настоящее время), доцент Л. В. Дорохина и преподаватели кафедры [3]. Целая плеяда членов студенческого научного общества кафедры в последующем стала учеными, преподавателями медицинских университетов, известными врачами.

В научных работах И. К. Жмакина отражались его энциклопедические знания, владение иностранными языками, опыт зарубежных командировок в рамках работы в Центральной проблемной учебно-методической комиссии по физиологии при Минздраве СССР. И. К. Жмакин был талантливым ученым, педагогом, воспитателем, блестящим лектором, любимым и уважаемым сотрудниками и студентами преподавателем, добрым, интеллигентным, отзывчивым человеком. Коллеги, студенты, ученики хранят в сердце глубокое уважение и признательность Игорю Константиновичу Жмакину.

ЛИТЕРАТУРА

1. Жмакин, И. К. У истоков кафедры нормальной физиологии Гродненского медицинского института (из личных воспоминаний) / И. К. Жмакин // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2004. – № 2 (6). – С. 106-109.

2. Зинчук, В. В. Путь длиною в 60 лет… / В. В. Зинчук // Актуальные вопросы физиологии : сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры нормальной физиологии ГрГМУ / Гродн. гос. мед. ун-т ; ред. кол.: В. А. Снежицкий, С. Б. Вольф, В. В. Зинчук (отв. ред.). – Гродно, 2019. – С. 4-9.

3. Шестьдесят граней студенческой науки / Л. В. Дорохина, В. В. Зинчук, Ю. М. Емельянчик [и др.] // Актуальные вопросы физиологии : сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры нормальной физиологии ГрГМУ / Гродн. гос. мед. ун-т ; ред. кол.: В. А. Снежицкий, С. Б. Вольф, В. В. Зинчук (отв. ред.). – Гродно, 2019. – С. 19-23.

ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВНО-НЕГАТИВНОГО ОТКЛОНЕНИЯ У СТУДЕНТОВ С ПОВЫШЕННОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ

Баранова У. О., Гречихо-Мальцева А. А.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Современный ритм жизни и внедрение инновационных технологий предполагает увеличение информационного потока, что приводит к повышению психоэмоциональной и умственной нагрузки у людей в любой сфере жизни. Сегодня изучение психоэмоционального состояния студентов приобретает все большую актуальность, так как в учебной деятельности для студентов тревожность является распространенным явлением [1].

Как известно, высокая тревожность снижает эффективность обработки информации вследствие, того, что людям с высоким уровнем тревожности требуется больше времени на выполнение когнитивных задач, чем людям, у которых низкий уровень тревожности [2]. Также тревожность связана с ухудшением времени реакции и точности выполнения задач [3], что может вести к препятствиям в эффективном обучении.

Особое место в нейрофизиологических исследованиях для объективной оценки когнитивных функций и эмоциональных реакций играют методы оценки электрической активности мозга. Одним из них является условно-негативное отклонение (CNV). CNV считается «волной ожидания», отражающей внимание и моторную подготовку к реакции на предстоящую команду [4].

Цель. Провести сравнительный анализ паттерна условно-негативного отклонения, зарегистрированного у молодых людей с признаками повышенной тревожности.

Методы исследования. Исследования выполнены на базе НИЛ физиологии кафедры физиологии человека и животных биологического факультета БГУ. В исследовании принимали участие здоровые молодые люди (n=25), средний возраст составил xx±x года (11 мужского и 14 женского пола).

Регистрация когнитивных вызванных потенциалов проводилась методом условно-негативной волны ожидания (CNV). Условно-негативная волна ожидания регистрировалась в парадигме предупреждающего («Щелчок») и пускового (Chirp) стимулов с активной реакцией испытуемого на появление пускового стимула в виде нажатия на клавишу, чтобы остановить звук. Регистрирующие электроды располагали в точках C3 и C4, референтные – M1, M2. Перед регистрацией CNV проводилась стимуляция нижнечелюстного нерва, поочередно справа и слева. Интенсивность стимуляции была не более 15 мА, число предъявлений – 1000.

Регистрация проводилась с помощью аппаратно-программного комплекса «Нейро-МВП-4» (Нейрософт, Россия). Математико-статистическая обработка данных осуществляется при помощи пакета прикладных программ STATISTICA (Version 8.0, StartSoft Inc, USA). Нормальность распределения данных в выборках подтверждена с помощью критерия Шапиро-Уилка с последующим применением для непараметрических данных критерия Манна-Уитни и парного критерия знаковых рангов Уилкоксона (в тексте приводятся значения медианы, среднего арифметического и интерквартильного размаха Me(X; Qr)). Уровень статистической значимости исследования принимали как $p<0,05$.

Для оценки психофизиологического статуса испытуемого использовали компьютерный комплекс для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» (Нейрософт, Россия). Применяли интегративный тест тревожности (ИТТ) и шкалу ситуативной (СТ) и личностной тревожности (ЛТ) Ч.Д. Спилберга-Ю.Л. Ханина.

Результаты и их обсуждение. По результатам прохождения шкалы тревожности Спилберга-Ханина и интегративного теста тревожности все испытуемые были разделены на 2 группы: молодые люди, у которых отмечался высокий уровень тревожности (СТ-8±0,9, ЛТ-7±0,8, ИТТ-35±4,7), и группа умеренно тревожных (СТ-4±1,0, ЛТ-4±1,3, ИТТ-15±3,9). Испытуемые, вошедшие в группу с повышенной тревожностью по всем шкалам, имели баллы, соответствующие умеренной или высокой степени выраженности соответствующих признаков.

CNV была зафиксирована у 100% испытуемых. Амплитуда CNV определялась как разница амплитуд S1S2 (мкВ). У испытуемых с признаками повышенной тревожности было отмечено, что значения амплитуды CNV были достоверно ниже ($p<0,05$), чем в группе с умеренной тревожностью. В состоянии покоя у испытуемых с высоким уровнем тревожности амплитуда S1S2 находилась на уровне 6,6(8,3; 6,7) мкВ, а амплитуда, зарегистрированная у молодых людей умеренно тревожной группы 10,2(10,8; 5,9) мкВ.

У испытуемых группы студентов с повышенной тревожностью определялось достоверное ($p<0,05$) повышение амплитуды на повторное (через 5 минут после первого исследования) предъявление, а именно амплитуда составила 9,8(11,4; 9,7) мкВ против амплитуды, зарегистрированного в первом предъявлении. У испытуемых группы студентов с умеренной тревожностью наблюдалось противоположная динамика изменения амплитуды негативного отклонения, которая на повторное предъявление снижалась, и составила 7,2(9,3; 5,4) мкВ (статистическая значимость не выявлена – $p\geq0,05$).

Также был произведен сравнительный анализ совершенных молодыми людьми ошибок (неверных нажатий на клавишу) в ответ на предъявляемый императивный стимул S2. У высоко тревожных студентов количество совершенных ошибок ($p\geq0,05$) было больше 15(23,8; 40), чем у молодых людей из группы с умеренной тревожностью 6(9,1; 13). Также стоит отметить, что в

группе не тревожных студентов были испытуемые, у которых отсутствовали ошибки. Этот показатель непосредственно отражает точность выполняемой работы и косвенно характеризует дифференцировочное торможение в центральной нервной системе.

Выводы. Интерпретируя полученные данные, можно сделать заключение, что повышенная у молодых людей ситуативная и личностная тревожность ведет к снижению исполнительных функций, проявляющихся в снижении точности выполняемой работы и снижению амплитуды CNV. Выявленные изменения согласуется с данными литературы, согласно которым тревожность может изменять исполнительные функции префронтальной области коры головного мозга [5].

Таким образом, результаты данного исследования свидетельствуют о наличии изменений в характеристиках вызванных потенциалов условно-негативного отклонения, отражающих изменения в процессах внимания у индивидуумов с высоким уровнем тревожности.

Материалы получены в рамках выполнения темы НИР «Клеточные и системные механизмы функционирования нейроморфных сетей и популяций невозбудимых клеток как объекты для выявления и коррекции нарушения гомеостазиса» № госрегистрации 20261745.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нерсесян, М. М. Взаимосвязь тревожности и когнитивных процессов школьников и студентов с учётом типа личности / М. М. Нерсесян, А. О. Рудометова, Ю. Катырева // Universum: психология и образование. – 2024. – № 6 (120). – С. 48-55.

2. Trait anxiety on effort allocation to monetary incentives: a behavioral and high-density EEG study. / C. Berchio, J. Rodrigues, A. Strasser [et al.] // Transl Psychiatry. – 2019. – Vol. 9, № 1. – Art. 174.

3. Barzi, L. Anxiety disorders alter cognitive-motor integration during visuomotor adaptation and retention / L. Barzi, M. Wilson, C. M. Hill // Exp Brain Res. – 2026. – Vol. 244, № 6. – Art. 113.

4. Contingent negative variation: a biomarker of abnormal attention in functional movement disorders / T. Teodoro, A. Koreki, A. M. Meppelink [et al.] // Eur J Neurol. – 2020. – Vol. 27, № 6. – P. 985-994.

5. Бобров, А. Е. Концепция тревожных расстройств: основные тенденции развития / А. Е. Бобров, Е. В. Усатенко // Социальная и клиническая психиатрия. – 2021. – Т. 31, № 4. – С. 62-70.

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ IN VITRO МЕТОДОМ МТТ-ТЕСТА

Бондарев А. Д., Волков А. В.

Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси
Минск, Беларусь

Введение. Аддитивные технологии широко применяются для изготовления функциональных изделий, прототипов и вспомогательных конструкций. Остаточные мономеры и компоненты фотоинициаторов, вымываемые из недостаточно отверждённого материала, способны оказывать цитотоксическое действие на клетки при контакте с биологическими средами [1], что делает оценку биосовместимости смол и эффективности постобработки необходимым этапом контроля качества.

Цель. Оценить цитотоксичность экстрактов необработанных и постобработанных образцов фотополимерных смол eResin-PLA Pro и Dental Yellow Clear методом МТТ-теста в динамике культивирования (1 и 3 суток) на клеточной линии С6.

Методы исследования. Объектом исследования являлись две фотополимерные смолы: eResin-PLA Pro (производства eSUN) и Dental Yellow Clear (производства HARZ Labs). Из напечатанных образцов этих смол (необработанных и постобработанных, каждая группа – n=3 независимых серии эксперимента) методом непрямого контактного тестирования согласно ISO 10993-5 [2] готовили экстракты: отверждённые изделия инкубировали в полной питательной среде (24 ч, 37°C, согласно ISO 10993-12) [3], после чего клетки С6 культивировали на полученном экстракте в течение 1 или 3 суток. Контроли: отрицательный (N), положительный (P), полная среда (S). Жизнеспособность оценивали методом МТТ в процентах от N с поправкой на фон (S). Значимость оценивали критерием Манна-Уитни с поправкой Холма: * $p<0,05$, ** $p<0,01$, *** $p<0,001$, ns – незначимо.

Результаты и их обсуждение. На 1-е сутки культивирования клеток с экстрактом статистически значимых отличий жизнеспособности от отрицательного контроля не выявлено ни для одной из смол – ни для необработанных, ни для постобработанных образцов ($p=1,000$, ns для всех сравнений); значимо отличались от контроля только положительный контроль и полная среда ($p=0,017$). Состав экстракта при этом не менялся: варьировалась только длительность контакта клеток с ним, и за 1 сутки этого времени оказалось недостаточно для развития статистически регистрируемого повреждения клеток.

При увеличении длительности культивирования клеток с тем же экстрактом до 3 суток обе необработанные смолы показали статистически значимое снижение жизнеспособности относительно контроля ($p=0,0004$ для

каждой). Постобработка значимо повышала жизнеспособность для eResin-PLA Pro ($p=5{,}7\times10^{-6}$) и Dental Yellow Clear ($p=2{,}3\times10^{-4}$) (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние постобработки на жизнеспособность клеток С6 (МТТ-тест, 3и сутки культивирования с экстрактом)

Смола	Необработанные, %	Обработанные, %	Δ, п.п.	p (Холм)
eResin-PLA Pro	7,3±13,6	78,0±40,1	+70,7	$5{,}7\times10^{-6}$ ***
Dental Yellow Clear	9,6±12,9	71,2±72,0	+61,6	$2{,}3\times10^{-4}$ ***

Выводы. Цитотоксическое действие экстрактов фотополимерных смол eResin-PLA Pro и Dental Yellow Clear носит время-зависимый характер по отношению к длительности контакта клеток с экстрактом: при неизменном составе экстракта увеличение времени культивирования клеток с 1 до 3 суток приводит к статистически значимому снижению жизнеспособности для обеих необработанных смол. Постобработка статистически значимо снижает цитотоксичность экстрактов обеих смол, что подтверждает эффективность разработанного протокола постобработки для данных материалов.

Работа выполнена при финансовой поддержке БРФФИ по гранту «Анализ влияния фотополимерных 3D-конструкций на жизнеспособность клеточной культуры с применением методов глубокого обучения для обработки изображений» (договор № М25ИИ М-022 от 02.05.2025)

ЛИТЕРАТУРА

1. 3D printing of cell culture devices: assessment and prevention of the cytotoxicity of photopolymers for stereolithography / S. Kreß, R. Schaller-Ammann, J. Feiel [et al.] // Materials. – 2020. – Vol. 13, № 13. – Art. 3011.

2. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 5. Исследования на цитотоксичность методами invitro : ГОСТ ISO 10993-5-2023. – Введ. 01.06.2024. – М., 2023. – 26 с.

3. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 12. Отбор и подготовка образцов для проведения исследований : ГОСТ ISO 10993-12-2023. – Введ. 01.06.2024. – М., 2023. – 20 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНДОТЕЛИЯ КАК ФАКТОР ПАТОГЕНЕЗА И САНОГЕНЕЗА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ МИОКАРДА

Бондаренкова О. А., Терехов А. Д., Кулагин К. Н., Халепо О. В.

Смоленский государственный медицинский университет
Смоленск, Россия

Введение. Термин «дисфункция эндотелия» (ДЭ) определяется как стойкое изменение структуры и функциональной активности эндотелия, приводящее к нарушению регуляции сосудистого тонуса, тромбозу и другим осложнениям, которая может выступать одним из ведущих патогенетических звеньев при патологии [1, 2, 3].

В литературе имеется целый ряд сведений о ДЭ при развитии инфаркта миокарда (ИМ), которая может являться как фактором риска повреждения миокарда, так и быть его последствием [4]. Однако вопрос о включении компенсаторных резервов эндотелиальной продукции, направленных на поддержание тканевого гомеостаза, при ИМ остается мало изученным.

Цель. Выявить особенности функциональной активности эндотелия в динамике развития ишемического повреждения миокарда в эксперименте и в клинической практике.

Методы исследования. Обследовано 54 пациента (средний возраст 59,1±1,2 лет) на 3, 10, 21 сутки формирования первичного трансмурального ИМ и через 3 месяца после его развития. Контрольную группу составили 34 человека того же возраста (средний возраст 48,8±0,9 лет) без признаков острых заболеваний и тяжелой хронической патологии.

Второй этап работы выполнен на 36 лабораторных кроликах породы «советская шиншилла» массой 2900±560 г. Все манипуляции на животных проводились под общим наркозом (премедикация 2% раствором ксилазина гидрохлорида «Ксила», Interchemie, Нидерланды в дозе 0,15 мл/кг массы внутривенно, наркоз «Золетил», VirbacSanteAnimale, Франция в дозе 10 мг/кг).

Для изучения функциональной активности эндотелия у всех обследованных лиц и животных в сыворотке крови количественно определяли уровень эндотелина 1 (ET-1) (пг/мл), эндотелиальной NO-синтазы (NOS3) (пг/мл), индуцибельной NO-синтазы (NOS2), интерлейкина 1β (IL1β) (пг/мл) и содержание тропонина (Tr) для подтверждения некроза миокарда методом ИФА (набор реагентов для лабораторных исследований, Cloud-Clone Corp., USA, изготовитель YanchengHuida Medical Instruments Co Ltd, China).

После регистрации исходных показателей животным 1 группы (n=13) моделировали ишемическое повреждение миокарда (ИПМ) на интактном сердце путем перевязки передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии. У кроликов 2 группы (n=15) моделировали стеноз аорты с помощью

наложения хомута из интактного нейлона с обструкцией на 1/3 от исходного диаметра. 3 контрольную группу (n=8) составили животные, которым проводили торакотомию с последующим ушиванием операционной раны.

Забор крови повторяли на 1, 3, 10, 21 сутки после моделирования ИПМ.

Статистическую обработку результатов проводили с использованием непараметрических методов статистического анализа.

Результаты и их обсуждение. Уровень ЕТ-1 у больных ИМ на 3, 10 и 21 сутки статистически значимо не различался с показателями у здоровых лиц.

Концентрация NOS3 у пациентов с ИМ на 3 и 10 сутки была больше, чем в группе контроля на 73% (p=0,02, p=0,01). На 21 сутки статистически значимой разницы обнаружено не было, хотя тенденция к увеличению этого показателя сохранялась.

Содержание IL1β в сыворотке крови больных ИМ оказалось больше контрольных значений на 3 сутки на 84% (p=0,001), на 10 сутки – на 41% (p=0,003), на 21 сутки – на 66% (p=0,02).

Повышение концентрации IL1β, являющегося универсальным провоспалительным цитокином в острой и подострой фазе ИМ, является маркером возникающих расстройств.

Увеличение содержания NOS3 в остром и подостром периодах ИМ может свидетельствовать о включении механизмов ауторегуляции в системе периферического кровообращения, направленных на поддержание тканевого гомеостаза в остром и подостром периодах ИМ.

Полученные результаты согласуются с многочисленными литературными данными о том, что обширный ИМ за счет нарушений гемодинамики способствует развитию расстройств функции эндотелия, однако открытым остается вопрос о том, является ли дисфункция эндотелия следствием ИМ или, уже сформированная вследствие фоновых заболеваний, она способствует развитию некроза миокарда.

Кроме того, коморбидность, характерная для большинства пациентов, и терапия, получаемая больными ИМ, оказывают существенное влияние на функциональную активность эндотелия, что затрудняет интерпретацию полученных данных в контексте патогенеза возникающих расстройств.

Всех этих факторов можно избежать при изучении состояния микроциркуляции и функции эндотелия в условиях моделирования патологии на лабораторных животных.

Содержание тропонина в сыворотке крови у кроликов 1 группы (ИПМ на интактном сердце) имело тенденцию к повышению на 3 сутки, на 7 сутки его уровень статистически значимо превысил исходные значения, а на 21 сутки стал больше в 4,8 раза (p=0,001).

У кроликов 2 группы (ИПМ+ГМ) концентрация тропонина увеличилась по сравнению с исходными значениями уже на 1 сутки на 10% (p=0,02), оставалась повышенной на 3 сутки и продолжала нарастать, к 21 суткам разница с исходными значениями составила 17% (p=0,001).

Выявленные изменения могут отражать более ранние сроки некроза в миокарде животных при моделировании его ишемического повреждения на фоне гипертрофии.

Уровень ЕТ-1, который принято считать маркером и предиктором тяжести течения и исхода сердечно-сосудистых заболеваний, у животных 1 группы на 21 сутки моделирования ИПМ стал больше исходных на 19% (p=0,025).

У кроликов 2 группы его содержание в крови на 21 сутки ИПМ на фоне его гипертрофии оказалось меньше исходных значений на 8% (з=0,045).

Содержание индуцибельной NOS в сыворотке крови у кроликов 1 группы (ИПМ на интактном сердце) и животных 2 группы (ИПМ на фоне его гипертрофии) статистически значимо не изменялось в динамике исследования, что свидетельствует об отсутствии признаков эндотелиальной дисфункции.

Содержание в крови Il1бетта у животных 1 группы оказалось больше исходных значений на 21 сутки на 40% (p=0,03).

У кроликов 2 группы (ИПМ+ГМ) концентрация Il1бетта оказалась повышенной по сравнению с исходными значениями на 10 сутки на 8% (p=0,04).

Таким образом, развитие некроза миокарда при моделировании ИПМ на фоне его гипертрофии возникает в более ранние сроки, о чем свидетельствует повышение уровня тропонина и интерлейкина, что может быть связано со сниженной устойчивостью гипертрофированного миокарда к ишемии, так называемой «слабостью гипертрофированного сердца».

Функциональная активность сосудистого эндотелия у всех лабораторных животных существенно не изменялась на 21 сутки развития аварийной гипертрофии миокарда и в течение 21 суток ишемического повреждения миокарда.

Выводы. Таким образом, выявленные признаки ЭД у больных ИМ, в отличие от лабораторных животных, могут быть связаны с уже имеющимися на момент формирования ИМ фоновыми заболеваниями. Выявленная активизация эндотелиальной продукции у таких больных свидетельствует о включении механизмов ауторегуляции в системе периферического кровообращения, направленных на поддержание тканевого гомеостаза при тяжелых расстройствах кровообращения.

В клинической практике при назначении терапии полученные данные позволяют рекомендовать использовать методы коррекции нарушений функциональной активности эндотелия для повышения адаптивных возможностей системы периферического кровообращения, что, в конечном итоге, будет повышать эффективность терапии и улучшать прогноз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васина, Л. В. Эндотелиальная дисфункция и ее основные маркеры / Л. В. Васина, Н. Н. Петрищев, Т. Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2017. – Т. 16. – №. 1. – С. 4-15.

2. Власов, Т. Д. Дисфункция эндотелия. Правильно ли мы понимаем этот термин? / Т. Д. Власов, Н. Н. Петрищев, О. А. Лазовская // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2020. – Т. 17. – №. 2. – С. 76-84.

3. Власова, Т. И. Дисфункция эндотелия как типовое патологическое состояние / Т. И. Власова, Н. Н. Петрищев, Т. Д. Власов // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 4-15.

4. Endothelial dysfunction evaluated by peripheral arterial tonometry is related with peak TnI values in patients with ST elevation myocardial infarction treated with primary angioplasty / S. B. Baptista, M. Faustino, J. Simões [et al.] // Microvasc Res. – 2016. – Vol. 105. – P. 34-39.

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕНИЙ ЦИРКАДНЫХ РИТМОВ РЕГУЛЯЦИИ АППЕТИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ОЖИРЕНИЯ ИНКРЕТИНОМИМЕТИКАМИ

Быков Ю. В.[1], Беккер Р. А.[2]

[1]Ставропольский государственный медицинский университет
Ставрополь, Россия
[2]Университет имени Бен-Гуриона
Беэр-Шева, Израиль

Введение. Хорошо известно, что циркадные ритмы сильно влияют на чувствительность нейронов дугообразного ядра гипоталамуса (главного центра регуляции аппетита и насыщения) к анорексигенным сигналам от инкретинов, таких как глюкагоноподобный пептид-1 (ГПП-1), а также от адипонектина и лептина, наоборот, к орексигенным сигналам от грелина, орексинов и др. От них также зависит чувствительность рецепторов триггерной зоны к эметогенным стимулам [1, 2, 3].

Одновременно циркадные ритмы влияют и на саму секрецию этих гормонов. Нарушение циркадных ритмов, или хроническое недосыпание, ассоциируется с повышенным риском гиперфагии и развития ожирения, а нормализация циркадных ритмов и восполнение дефицита сна помогает лечить ожирение [1].

Чувство голода в норме усиливается к вечеру, в то время как скорость основного обмена снижается. У пациентов с ожирением это повышение аппетита в вечернее время нередко оказывается значительно более выраженным, чем в норме [4].

Показано, что семаглутид в дозе 2,4 мг в неделю подкожно к сроку 12 недель лечения снижал суммарный калораж пищи, съеденной за завтраком, обедом и ужином в среднем на 24%. Однако при этом калораж вечерней порции еды снижался в наименьшей степени – в среднем на 15%. Как предполагается, это происходит из-за физиологического усиления орексигенного драйва в

вечернее время, которому экзогенная стимуляция гипоталамических рецепторов к ГПП-1 не может полностью противостоять, по крайней мере, на этой дозе семаглутида [5].

В то же время известно, что интервальное голодание (ограничение приёма пищи в вечернее время или полный отказ от ужина), в дополнение к общему ограничению калорийности пищи способствует более эффективному похудению, чем только ограничение калорийности пищи. А более плотный завтрак ассоциируется с меньшим субъективным чувством голода в течение дня и к вечеру [6].

Цель. Представить описание клинического случая молодого пациента с ожирением, синдромом ночного обжорства и жалобами на «недостаточную эффективность лечения семаглутидом», где к преодолению кажущейся резистентности к инкретиномиметику привела совокупность мер, направленных на нормализацию циркадных ритмов.

Методы исследования. Наблюдался 28-летний на момент первичного обращения пациент мужского пола. Страдал ожирением I степени (исходная масса тела до начала терапии семаглутидом = 105 кг при росте 184 см, индекс массы тела (ИМТ) = 31). Самостоятельно, без назначения врача, начал использовать семаглутид подкожно. Дошёл до дозы 1 мг/нед, на которой и остановился. Непосредственной причиной обращения послужило то, что на этой дозе за полгода пациент потерял всего 5 кг, чем был очень разочарован.

Результаты и их обсуждение. В процессе первичной диагностической беседы выяснилось, что причинами недостижения пациентом рекомендованных для лечения ожирения доз семаглутида 1,7 или 2,4 мг/нед были не очень хорошая его переносимость на этапе наращивания доз и его страх перед возвращением тошноты при дальнейшем наращивании.

Также обнаружилось, что молодой человек – IT-специалист, который регулярно не спал по ночам, работая над программными проектами, или смотрел «запоем» сериалы, по нескольку эпизодов за раз. При этом он может позволить себе последний приём пищи в 2 часа ночи и, по его собственным словам, «не может ограничивать себя в этом, потому что вечером и ночью особенно трудно заставить себя меньше есть». Развилась привычная бессонница: даже тогда, когда не было необходимости в ночной работе, молодой человек не мог заставить себя вовремя лечь спать. А если всё же ложился ранее 2–3 часов ночи, то долго не мог уснуть.

Утром же молодой человек, напротив, обычно или вовсе не завтракал, или обходился сладким кофе с молоком и с булочкой, под предлогом «отсутствия времени на полноценный завтрак» и «необходимости спешить в офис на работу».

Вследствие синдрома ночного обжорства данный пациент не мог на фоне приёма 1 мг/нед семаглутида добиться относительного дефицита калорий, который необходим для похудания.

Пациенту были даны разъяснения по поводу того, что при более медленном, по сравнению с предписанным инструкцией к семаглутиду, режиме наращивания доз препарата, с дополнительными промежуточными дозовыми ступенями его желудочно-кишечные побочные эффекты (ПЭ) можно минимизировать, а переносимость улучшить. А также по поводу того, что адекватное подавление вечернего аппетитного драйва, который и в норме сильнее утренне-дневного, в любом случае требует более высоких доз семаглутида. Пациент согласился с этим. Через ряд промежуточных ступеней (1,25 мг/нед, 1,5 мг/нед, 1,75 мг/нед, затем 2,0 мг/нед) с интервалами в 4 нед была достигнута целевая доза 2,4 мг/нед, без жалоб на какие-либо ПЭ.

Параллельно с этим ему во время первой же консультации была детально разъяснена роль циркадных ритмов и важность их нормализации. Рекомендовано на всех электронных устройствах на постоянной основе включить режим «без синего света» и стараться даже в этом режиме как можно меньше использовать их после 20:00. Подчёркнуты важность полноценного по количественному и качественному составу завтрака для уменьшения субъективного чувства голода в вечернее время и нежелательность вечерне-ночного переедания.

С целью принудительной нормализации циркадных ритмов и устранения привычной бессонницы ему был назначен мелатонин 0,3 мг за 5 часов до планируемого отхода ко сну и 3 мг за 30 минут до сна для непосредственной индукции засыпания. Рекомендовано приобрести лампу для домашней светотерапии ярким светом полного спектра по утрам.

Эта совокупность мер привела к снижению массы тела молодого человека за 12 месяцев лечения со 100 до 85 кг (ИМТ=25,1, на грани между нормой и избыточным весом, предожирением), полному прекращению эпизодов ночного обжорства, нормализации сна, улучшению настроения и самооценки.

Выводы. При оценке переносимости и эффективности лечения ожирения инкретиномиметиками нельзя забывать о роли циркадных ритмов в регуляции чувствительности к ним. Нарушение циркадных ритмов может обуславливать как кажущуюся резистентность к инкретиномиметикам, так и худшую их переносимость. Нормализация циркадных ритмов способствует более успешному лечению ожирения агонистами ГПП-1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ghrelin is impacted by the endogenous circadian system and by circadian misalignment in humans / J. Qian, C. J. Morris, R. Caputo [et al.] // Int J Obes. – 2018. – Vol. 43, № 8. – Art. 1644.

2. The intricate relationship between circadian rhythms and gastrointestinal peptides in obesity / F. M. Ribeiro, L. Arnaldo, L. P. Milhomem [et al.] // Peptides. – 2025. – Vol. 185. – Art. 171356.

3. Szewczyk-Golec, K. Inter-relationships of the chronobiotic, melatonin, with leptin and adiponectin: implications for obesity / K. Szewczyk-Golec, A. Woźniak, R. J. Reiter // J Pineal Res. – 2015. – Vol. 59, № 3. – P. 277-291.

4. Scheer, F. L. The internal circadian clock increases hunger and appetite in the evening independent of food intake and other behaviors / F. L. Scheer, C. J. Morris, S. A. Shea // Obesity. – 2013. – Vol. 21, № 3. – P. 421-423.

5. Effects of once-weekly semaglutide on appetite, energy intake, control of eating, food preference and body weight in subjects with obesity / J. Blundell, G. Finlayson, M. Axelsen [et al.] // Diabetes ObesMetab. – 2017. – Vol. 19, № 9. – P. 1242-1251.

6. Eating timing: associations with dietary intake and metabolic health / L. A. Taetzsch, S. B. Roberts, D. H. Lichtenstein [et al.] // J Acad Nutr Diet. – 2021. – Vol. 121, № 4. – P. 738-748.

ИНКРЕТИНОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПЕЧЕНИ КАК НЕДООЦЕНЕННАЯ МИШЕНЬ В ТЕРАПИИ ОЖИРЕНИЯ И СТЕАТОГЕПАТИТА

Быков Ю. В.[1], Беккер Р. А.[2]

[1]Ставропольский государственный медицинский университет
Ставрополь, Россия
[2]Университет имени Бен-Гуриона
Беэр-Шева, Израиль

Введение. И эндогенный инсулин, секретируемый β-клетками островков Лангерганса поджелудочной железы, и эндогенные инкретины, глюкагоноподобный пептид-1 (ГПП-1) и глюкозо-индуцируемый пептид (ГИП), секретируемые энтероэндокринными L-клетками тонкого кишечника, в ответ на поступление пищи до поступления в системный кровоток подвергаются первому прохождению через систему воротной вены печени [1].

Наряду с фармакокинетически нежелательным быстрым расщеплением, соответственно, инсулиназой печени и дипептидил-пептидазой 4-го типа, имеется и фармакодинамически желательный эффект. А именно: преференциальное воздействие эндогенных сахароснижающих гормонов на рецепторы гепатоцитов (соответственно, инсулиновые или инкретиновые) по сравнению с их системным воздействием. В физиологических условиях отношение степени воздействия на печёночные рецепторы и на рецепторы в жировой ткани и в мышцах составляет около 2 : 1 для эндогенного инсулина и около 4 : 1 для эндогенных инкретинов [1].

Среди эндокринологов уже давно существовало понимание, что имитация экзогенным аналогом этого физиологического гепатопреференциального эффекта эндогенных сахароснижающих гормонов может давать значительные терапевтические преимущества. В частности, гепатопреференциальный инсулин теоретически мог бы сильнее подавлять глюконеогенез в печени, эффективнее снижать уровень глюкозы в крови и в то же время вызывать

меньшее увеличение потребления глюкозы мышцами (меньше риск вызвать гипогликемию) и меньшее отложение жира в подкожной жировой клетчатке (меньшую прибавку массы тела при длительном лечении) [1].

Аналогично, гепатопреференциальный инкретиномиметик теоретически мог бы в бóльшей степени повышать инсулинчувствительность гепатоцитов, более эффективно снижать отложение нейтрального жира в печени, лучше тормозить развитие метаболически ассоциированного стеатогепатита (МАСГ), сильнее влиять на уровни холестерина и триглицеридов в крови [2].

К сожалению, «лобовое» решение этой проблемы в виде разработки перорального препарата, который бы точно так же, как и эндогенный гормон, после введения в организм проходил сначала через систему воротной вены печени именно в случае инсулина, оказалось сопряжено с большими трудностями [3].

Осознание этих трудностей в своё время привело компанию Eli Lilly к разработке инсулина пеглиспро – пегилированного аналога инсулина лиспро. Идея была в том, что укрупнённая молекула инсулина будет при обычном подкожном введении избирательно задерживаться в фенестрах синусоидов печени. Это подтвердилось на практике. Инсулин пеглиспро действительно оказался гепатопреференциальным. Он действительно в среднем лучше снижал уровень глюкозы и гликированного гемоглобина в крови, на 30% реже инсулин гларгина вызывал ночные гипогликемии. И даже, в отличие от обычных инсулинов, ассоциировался с небольшим снижением, а не с повышением массы тела при длительной терапии [1].

Однако инсулин пеглиспро провалил предрегистрационные клинические испытания III фазы по параметру безопасности. Оказалось, что он «слишком гепатопреференциальный» и поэтому нефизиологичный. Соотношение печёночного и системного инсулинового сигнала у него составляло не 2 : 1, как у эндогенного инсулина, а порядка 10 : 1. Это приводило к избыточному отложению нейтрального жира в печени, развитию жирового гепатоза, повышению уровней печёночных ферментов и уровня триглицеридов в крови [1].

С пероральными же инкретиномиметиками ситуация иная. Значительно меньшая молекулярная масса семаглутида (4,1 кДа против 5,8 кДа у инсулина) в сочетании с отличиями его химической структуры и стойкости в агрессивной среде желудка позволила создать пероральный аналог инъекционного семаглутида с усилителем абсорбции – натрия салкапрозатом [2].

При сопоставлении перорального и подкожного введения семаглутида подкожное его введение оказалось в среднем несколько эффективнее перорального в плане снижения массы тела и улучшения гликемического контроля. Оно также ассоциировалось с меньшим в среднем количеством желудочно-кишечных побочных эффектов [4].

Вместе с тем пероральный семаглутид оказался эффективнее инъекционного в плане уменьшения МАСГ. Вероятно, как раз вследствие

преференциального воздействия на ГПП-1 рецепторы гепатоцитов. Кроме того, личные предпочтения пациентов (инъекции раз в неделю vs ежедневный приём peros) влияют на долгосрочную приверженность к терапии [5, 2].

Цель. Представить описание клинического случая пациента с ожирением и МАСГ, у которого оказался эффективным в лечении обоих заболеваний перевод с инъекционной на пероральную форму доставки семаглутида.

Методы исследования. Наблюдался 40-летний на момент первичного обращения мужчина с ожирением II степени (исходная масса тела до начала лечения семаглутидом = 118 кг при росте 179 см, индекс массы тела (ИМТ) = 36,8) и сонографически установленным МАСГ II степени.

Результаты и их обсуждение. Пациент получил назначение еженедельных инъекций семаглутида с плавным доведением дозы до 2,4 мг/нед. Переносимость оказалась очень хорошей. После 6 месяцев пребывания на дозе 2,4 мг/нед масса тела пациента снизилась на 21 кг, до 97 кг (ИМТ=30,3). Было достигнуто плато эффекта. Дальнейшего снижения массы тела не происходило. Улучшения сонографической картины печени или нормализации печёночных ферментов получено не было. В ходе диагностической беседы с целью установить причину недостаточной эффективности препарата пациент неохотно сознался, что «не любит инъекции» и «иногда пропускает неделю-две». Был переведён на пероральный семаглутид 25 мг/сут, что эквивалентно 2,4 мг/нед подкожно. За последующие 6 месяцев мужчина похудел на дополнительные 17 кг (масса тела на плато = 80 кг, ИМТ=25). Нормализовались сонограмма печени, уровни печёночных ферментов и триглицеридов в крови.

Выводы. Пероральный семаглутид может не только предоставлять бóльшее удобство терапии у пациентов, предпочитающих этот путь введения инъекций, но и давать более выраженный эффект на МАСГ и гипертриглицеридемию вследствие более сильного преференциального влияния на ГПП-1 рецепторы гепатоцитов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Muñoz-Garach, A. How can a good idea fail? Basal insulin peglispro [LY2605541] for the treatment of type 2 diabetes / A. Muñoz-Garach, M. Molina-Vega, F. J. Tinahones // Diabetes Ther. – 2017. – Vol. 8, № 1. – P. 9-22.

2. New insights on using oral semaglutide versus dapagliflozin in patients with type 2 diabetes and metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease / E. Stratina, C. Stanciu, R. Nastasa [et al.] // Diagnostics. – 2024. – Vol. 14, № 14. – Art. 1475.

3. Oral insulin delivery: a review on recent advancements and novel strategies / A. Barfar, H. Alizadeh, S. Masoomzadeh [et al.] // Curr Drug Deliv. – 2024. – Vol. 21, № 6. – P. 887-900.

4. Comparative effectiveness and safety of Oral versus subcutaneous Semaglutide in type 2 diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis / J. Karedath, S. Nall, M. Kaur [et al.] // Cureus. – 2025. – Vol. 17, № 4. – Art. e82497.

5. Oral versus subcutaneous semaglutide for prevention of major adverse cardiovascular events: cost per outcome analysis of SUSTAIN-6 and PIONEER-6 / A. Hammerman, C. M. Moore, E. Aboalhasan [et al.] // Postgrad Med. – 2022. – Vol. 134, № 7. – P. 654-658.

КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИОЛОГИИ ИНКРЕТИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА

Быков Ю. В.[1], Беккер Р. А.[2]

[1]Ставропольский государственный медицинский университет
Ставрополь, Россия
[2]Университет имени Бен-Гуриона
Беэр-Шева, Израиль

Введение. Инкретиномиметики, или агонисты рецепторов к эндогенным инкретинам, глюкагоноподобному пептиду-1 (ГПП-1) и глюкозо-индуцируемому пептиду (ГИП), являются эффективными средствами лечения ожирения. Однако в реальной клинической практике их эффективность ниже той, которая была продемонстрирована в клинических исследованиях [1].

Углублённое понимание как нормальной физиологии инкретиновой системы мозга, так и патологических особенностей её функционирования при ожирении может помочь преодолеть резистентность того или иного пациента к терапии инкретиномиметиками. В каждом конкретном случае эта резистентность может быть обусловлена разными механизмами [1].

Так, с помощью флуоресцентных меток и радиолигандов было показано, что при обычных дозах пептидные инкретиномиметики быстро и легко проникают через фенестрированный эндотелий капилляров в триггерную зону рвоты на дне IV желудочка (*area postrema*), а также в ядро одиночного пути (*nucleus tractus solitarii*) и в латеральные ядра медиобазального гипоталамуса (*eminentia mediana*), в частности в его дугообразное ядро (*arcuate nucleus*) – главный центр регуляции аппетита и насыщения [2].

В этих участках мозга процент занятости рецепторов к ГПП-1 близок к насыщению уже при стандартных для лечения ожирения дозах семаглутида (1,0-2,4 мг/нед). Это обеспечивает адекватное подавление гиперфагии у большинства пациентов с ожирением [2].

В то же время проникновение пептидных инкретиномиметиков в более глубокие отделы мозга, прежде всего в вентральную область покрышки (*ventral tegmental area, VTA*) и в прилежащее ядро (*nucleus accumbens, NAcc*), при стандартных их дозах остаётся весьма ограниченным [2].

Оно происходит двумя способами: либо за счёт медленного таницитарного транспорта через эпендиму III желудочка, либо за счёт пассивной диффузии по градиенту концентрации пептида из циркумвентрикулярных органов в более глубокие отделы мозга. При этом концентрация свободного пептида в глубоких ядрах мозга остаётся очень далёкой от константы насыщения (K_d) для рецепторов к ГПП-1. Однако в большинстве случаев проникновения пептидного инкретиномиметика в глубокие отделы мозга просто не требуется для оказания его терапевтического

действия – достаточно вторичной передачи сигналов через восходящие полисинаптические тракты [2].

Вместе с тем, некоторым отдельно взятым пациентам с ожирением для адекватного подавления именно гедонистического компонента аппетита необходимо непосредственное воздействие препарата на инкретиновые рецепторы глубоких отделов мозга, и прежде всего на рецепторы так называемого «дофаминового пути удовольствия» (*dopamine pleasure pathway*), связывающего VTA и NAcc. Повышение дозы семаглутида со стандартных 2,4 мг/нед до 7,2 мг/нед значительно увеличивает его проникновение в глубокие отделы мозга по градиенту концентрации [3].

Другой подход к решению проблемы недостаточного подавления именно гедонистического компонента аппетита демонстрирует тирзепатид – двойной агонист одновременно рецепторов к ГПП-1 и к ГИП. Показано, что тирзепатид за счёт влияния на разные, не пересекающиеся между собой субпопуляции нейронов, несущие рецепторы к ГПП-1 или к ГИП, гораздо эффективнее семаглутида подавляет именно гедонистический компонент аппетита. Экспериментальные наблюдения подтвердились и в клинике [4, 5].

У пациентов с давним ожирением и/или с его высокими степенями постепенно развивается локальное нейровоспаление и реактивный глиоз в области гипоталамуса. Это резко снижает чувствительность гипоталамических нейронов к анорексигенным сигналам с инкретиновых и лептиновых рецепторов, одновременно повышая их чувствительность к орексигенномугрелиновому сигналу. Это, в свою очередь, может обуславливать необходимость более высоких доз инкретиномиметиков у таких пациентов [6].

Цель. Представить описание двух клинических случаев пациентов с ожирением и недостаточной эффективностью терапии инкретиномиметиками в стандартных дозах, где именно глубокое понимание физиологии инкретиновой системы мозга помогло оптимизировать терапию и добиться нужной степени снижения массы тела.

Методы исследования. В разное время наблюдались два пациента с ожирением. Пациент № 1, на момент первичного обращения 27-летний, страдал экстремальным ожирением (исходная масса тела = 180 кг при росте 175 см, индекс массы тела (ИМТ) = 58,8).

Пациент № 2, на момент первичного обращения 55-летний бывший американский военнослужащий, страдал морбидным ожирением (масса тела до начала лечения инкретиномиметиками = 154 кг при росте 182 см, ИМТ=46,5). К моменту обращения он уже находился на терапии тирзепатидом в максимально разрешённой инструкцией дозе 15 мг/нед. На ней он за год похудел лишь на 31 кг – до 123 кг, что считал явно недостаточным. Предъявлял жалобы на регулярное возвращение неконтролируемого аппетита ближе к концу недели.

Результаты и их обсуждение. Пациенту № 1 была предложена терапия семаглутидом с доведением дозы до 2,4 мг/нед. Переносимость была хорошей.

Однако надёжного подавления аппетита достигнуто не было. Масса тела за 6 мес лечения снизилась лишь на 10 кг. От замены на тирзепатид пациент отказался. Была предложена плавная эскалация дозы семаглутида до 7,2 мг/нед (3 ручки по 2,4 мг). За 4 месяца набора дозы и последующие 6 месяцев лечения высокодозным семаглутидом 7,2 мг/нед – пациент похудел до 95 кг (почти 50% от исходного веса). После этого доза семаглутида была снижена до 4,8 мг/нед.

Пациенту № 2, с учётом более короткого T½ тирзепатида по сравнению с семаглутидом (~120 ч против 165-184 ч) и вероятной необходимости в более высоких его дозах на фоне морбидного ожирения, было предложено попытаться получить разрешение на off-label применение тирзепатида в нестандартном режиме, с разбивкой на 2 инъекции по 10 мг в неделю. Пациент последовал этой рекомендации. За последующие 12 месяцев ему удалось сбросить ещё 44 кг массы тела и прийти к массе тела около 80 кг, после чего доза тирзепатида была снижена до 5 мг×2 р/нед.

Выводы. Лучшее понимание физиологии инкретиновой системы мозга в норме и при ожирении может помочь добиться эффекта при кажущейся резистентности к инкретиномиметикам, в том числе определить, кому из пациентов могут быть нужны их дозы выше стандартных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Heterogeneity of treatment effects of glucagon-like peptide-1 receptor agonists for weight loss in adults: a systematic review and meta-analysis / G. C. Alexander, X. Xiao, S. Dilek [et al.] // JAMA Intern Med. – 2026. – Vol. 186, № 4. – P. 567-577.

2. Baggio, L. L. Glucagon-like peptide-1 receptor co-agonists for treating metabolic disease / L. L. Baggio, D. J. Drucker // Mol Metab. – 2021. – Vol. 46. – Art. 101090.

3. Once-weekly semaglutide 7· 2 mg in adults with obesity (STEP UP): a randomised, controlled, phase 3b trial / S. Wharton, P. Freitas, J. Hjelmesæth [et al.] // Lancet Diabetes Endocrinol. – 2025. – Vol. 13, № 11. – P. 949-963.

4. Downstream interaction by glucagon-like peptide-1 and glucose-dependent insulinotropic polypeptide agonism is required for synergistic effects on body weight / C. H. Feetham, M. Ai, I. Culotta [et al.] // Mol Metab. – 2025. – Vol. 99. – Art. 102214.

5. Tirzepatide on ingestive behavior in adults with overweight or obesity: a randomized 6-week phase 1 trial / C. K. Martin, O. T. Carmichael, S. Carnell [et al.] // Nat Med. – 2025. – Vol. 31, № 9. – P. 3141-3150.

6. Update on hypothalamic inflammation and gliosis: Expanding evidence of relevance beyond obesity / A. Huang, D. Yeum, L. E. Sewaybricker [et al.] // Curr Obes Rep. – 2025. – Vol. 14, № 1. – Art. 6.

ДИНАМИКА КРИТЕРИЕВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТОПЫ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ ВРОЖДЕННОЙ КОСОЛАПОСТИ У ДЕТЕЙ

Васько О. Н.[1,2], Ильясевич И. А.[1,2], Соколовский О. А.[1]

[1]Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии
[2]Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Стопа является одним из важнейших структурных элементов опорно-двигательного аппарата и в процессе онтогенеза претерпевает ряд морфофункциональных преобразований, что позволяет организму полноценно осуществлять статико-локомоторную деятельность на этапах его взросления [1, с. 1645]. Нередко уже при рождении диагностируют различные аномалии развития стопы, что впоследствии может приводить к ограничению двигательных возможностей [2, с. 131].

Одним из наиболее часто встречаемых врожденных пороков развития стопы у детей является врожденная косолапость: заболевание диагностируют в 1-1,3 случаев на 1000 новорожденных, а в его основе лежит нарушение строения и функций костного и мышечно-связочного структур в области голеностопного сустава [2, с. 268]. Лечение данной порочной установки стопы начинают с самых первых дней после рождения путем этапного гипсования, что позволяет восстановить нормальные костно-суставные взаимоотношения [3, с. 58]. Однако в половине случаев наступает рецидив деформации; наиболее частым рецидивирующим компонентом является эквинус стопы [3, с. 41]. Данный элемент деформации может быть полностью корригирован за счет удлинения ахиллова сухожилия, а функциональный результат данной манипуляции во многом зависит от возраста пациента [4, с. 42]. Однако в современной литературе отсутствуют сведения о комплексной оценке полноты и скорости восстановления функций нижних конечностей в зависимости от возраста у детей с двусторонней врожденной рецидивирующей косолапостью после устранения ее эквинусного компонента.

Цель. Оценить функциональное состояние нервно-мышечного, сосудистого и биомеханического звеньев двигательного аппарата нижних конечностей у детей различного возраста с врожденной двусторонней рецидивирующей косолапостью до и после хирургического устранения ее эквинусного компонента.

Методы исследования. Проведено комплексное обследование 30 мальчиков с двусторонней врожденной рецидивирующей косолапостью (рецидив эквинусного компонента), которые были разделены на три возрастные группы: I группа (n=10) – дети в возрасте 4–7 лет; II группа (n=10) – дети в

возрасте 8–12 лет; III группа (n=10) – дети в возрасте 13–16 лет. Исследование проводили до операции и через 3, 6, 9, 12 и 18 месяцев после удлинения ахиллова сухожилия.

Контроль составили 30 мальчиков соответствующего возраста (три группы детей по 10 человек в каждой) без ортопедической патологии нижних конечностей.

Применяли методы суммарной электромиографии (ЭМГ) с регистрацией биоэлектрической активности (БА) мышц нижних конечностей. Методом стимуляционной ЭМГ регистрировали моторные и рефлекторные ответы (М-ответ и Н-рефлекс) m. soleus при электрическом раздражении n. tibialis, по амплитуде которых рассчитывали величину индекса рефлекторной возбудимости H_{max}/M_{max} (%). Методом регистрации соматосенсорных вызванных потенциалов (ССВП) и с помощью транскраниальной магнитной симуляции (ТМС) с синхронной регистрацией моторных ответов (МО) мышц стоп (L5) оценивали функцию нисходящих нервных путей спинного мозга (СМ). Рассчитывали время центральной моторной проводимости (ВЦМП) и время центральной сенсорной проводимости (*CCT – central conductive time*) СМ.

Допплерографически исследовали aa. и vv. femorales, femoris superficiales, profunda femoris, popliteae, tibiales anteriores, dorsales pedis, tibiales posteriores. Рассчитывали кровяной поток (КП, л/мин).

Для оценки статического компонента постуральной системы проводили стабилометрический тест Ромберга.

Оборудование: компьютерный комплекс «Нейрософт» (РФ), ультразвуковой сканер «HD-15» (USA), подометрическая платформа «Tekscan» (USA).

Результаты и их обсуждение. До хирургической коррекции у всех детей отмечалось прогрессирующее снижение двигательной активности мышц переднелатеральной и задней поверхности голеней и стоп: значения БА мышц были снижены относительно контроля в группе 4–7 лет на 40–50%, в группе 8–12 лет – на 59–65%, в группе 13–16 лет – на 68–72% ($p \leq 0,05$).

Наряду с нарушением функций мышц, стабилизирующих функцию голеностопного сустава, наблюдалось уменьшение амплитуды БА m. quadriceps ($p \leq 0,05$) относительно диапазона физиологической нормы у мальчиков 4–7 лет на 25%, у мальчиков 8–12 лет – на 42%, а у подростков 13–16 лет – на 65%.

По сравнению с контролем наблюдалось постепенное уменьшение ($p \leq 0,05$) индекса рефлекторной возбудимости мышц голеней: I группа – до 13% (контроль 53%), II группа – до 9% (контроль 45%), III группа – на 8% (контроль 59%).

Наряду с нарушением функций мышечного аппарата нижних конечностей отмечались изменения в вышележащих звеньях нервной системы, выражавшиеся в уменьшении относительно нормы амплитуды сегментарных МО и ССВП-пиков (в I группе на 20–43%, во II группе на 50–65%, в III группе

на 70–85%), а также в удлинении величины показателей ССТ: во II и III группах на 13% и 41% соответственно.

У мальчиков подросткового возраста, наряду с вышеописанными изменениями, также отмечалось удлинение величины ВЦМП на 19% относительно контроля.

Отмечалась реорганизация структуры периферического кровотока нижних конечностей, выражавшаяся в снижении ($p \leq 0,05$) артериального кровотока в области голени и стопы: значения КП a. tibialisanterior, a. dorsalispedis были уменьшены относительно контроля у детей 4–7 лет на 32–40%, у детей 8–12 лет – на 50–65%, у детей 13–16 лет – на 70–80%. Уменьшение уровня артериального кровенаполнения в области голеностопного сустава сопровождалось его постепенным увеличением в бедренном сегменте: значения КП a. femoralis, a. femorissuperficialis, a. profundafemoris в среднем превосходили диапазон нормы у мальчиков II и III групп на 30–38% и 49–55% ($p \leq 0,05$) соответственно.

Наблюдалось затруднение венозного оттока в области голеней, наиболее выраженное у детей 8–12 и 13–16 лет.

Отмечали прогрессирующее ухудшение статодинамической функции организма, выражавшееся в перераспределении подошвенного давления в пользу переднего отдела стопы ($p \leq 0,05$): у детей 4–7 лет средние значения составили в среднем 36% (контроль 30,5%); у детей 8–12 лет – 46% (контроль 37%), у детей 13–16 лет – 54% (контроль 42%).

Результаты стабилометрического исследования свидетельствовали об увеличении ($p \leq 0,05$) площадей статокинезиограмм относительно диапазона контроля у детей 4–7 лет в среднем на 50%, у детей 8–12 лет на 58%, у детей 13–16 лет на 62%. Проведение теста с открытыми и закрытыми глазами площади статокинезиограмм закономерно увеличивались, что отражало правильную стратегию поддержания вертикального баланса, однако их значения также превышали нормативные параметры.

После коррекции эквинусного компонента деформации наиболее быструю и полную нормализацию мышечных функций наблюдали у детей 4–7 лет: величины БА m. quadriceps достигали контроля ($p \geq 0,01$) к 6 месяцам восстановительного периода, а мышц переднелатеральной и задней поверхности голеней и стоп – к 9–12 месяцам. У детей 8–12 лет нормализация ($p \geq 0,01$) двигательной активности происходила несколько позднее: мышц бедренного сегмента – к 9 месяцам после полученного лечения, а мышц голеней и стоп – к 12–18 месяцам.

Позднее всего нормализация ($p \geq 0,01$) функций мышц нижних конечностей после полученного лечения наблюдалась у мальчиков 13–16 лет: величины БА мышц бедер достигали диапазона контроля к 12 месяцам восстановительного периода, а мышц переднелатеральной поверхности голеней и стоп – лишь к 18 месяцам. Двигательная активность m. tricepssurae в данной

группе даже в отдаленные сроки восстановительного периода оставалась сниженной относительно нормативного диапазона на 20–25%.

Нормализация функций мышц нижних конечностей сопровождалась восстановлением рефлекторной возбудимости мышц голеней, ССВП и ТМС параметров, улучшением артериального кровотока в области голеностопного сустава, нормализацией статодинамической функции организма: у детей 4–7 лет – к 12 месяцам восстановительного периода, а у детей 8–12 лет – к 18 месяцам после хирургической коррекции. У мальчиков же подросткового возраста даже к 18 месяцам сохранялся умеренный сенсомоторный и рефлекторный дефицит нервных трактов СМ в сочетании с недостаточным артериальным кровоснабжением сегментов голеней и стоп и статодинамической дисфункцией организма.

Наиболее высоким адаптационным потенциалом к восстановлению нервно-мышечных, сосудистых и биомеханических функций после хирургической коррекции эквинусного компонента деформации стопы обладали пациенты в возрасте 4–7 и 8–12 лет, что было связано не только с изначально менее масштабной степенью снижения двигательной функции по сравнению с детьми подросткового возраста, но и более высокой пластичностью центральных и периферических механизмов регуляции функции.

ЛИТЕРАТУРА

1. The functional importance of human foot muscles for bipedal locomotion / D. J. Farris, L. A. Kelly, A. G. Gresswell, G. A. Lichtwark // PNAS. – 2019. – Vol. 116, № 5. – P. 1645-1650.

2. Мицкевич, В. А. Ортопедия первых шагов / В. А. Мицкевич. – 6-е изд. – М. : Лаборатория знаний, 2023. – 359 с.

3. Клычкова, И. Ю. Врожденная косолапость. Классификации, этиология, патогенез, эволюция методов лечения (литературный обзор) / И. Ю. Клычкова, М. П. Конюхов, Ю. А. Лапкин // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2014. – Т. 4, № 3. – С. 53-63.

4. Сравнительный анализ эффективности методов лечения врожденной косолапости / И. Ю. Клычкова, В. М. Кенис, Н. А. Коваленко-Клычкова [и др.] // Клиническая патофизиология. – 2019. – № 1. – С. 41-50.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПОЛА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КОНСТИТУЦИИ

Власова М. В., Емельянчик Ю. М.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. В настоящее время в учении о конституции происходит синтез монодисциплинарных представлений по этой проблеме в свете взглядов об интегральной индивидуальности человека [1]. Учение о конституции вышло за рамки фундаментальной биологической науки, привлекая к себе внимание медицины, психологии, педагогики спорта. Наше время характеризуется взаимопроникновением интересов антропологии и медицины. На стыке этих наук возникла медицинская антропология [2]. Особенностью развития медицинской антропологии в нашей стране служат тесные связи с фундаментальными медико-биологическими науками и, прежде всего, с анатомией, физиологией. Это придает теоретическую основательность тем конкретным задачам, которые решаются медицинскими антропологами [3]. Им недостает, однако, клинико-гигиенической ориентированности, выхода в практическую медицину. За последние годы значительно возросло число лиц с патологией нервной системы, особенно среди людей молодого возраста. В связи с чем сохраняется настоятельная необходимость в разработке и внедрении в практику здравоохранения новых форм диагностики, при помощи которых можно было бы установить лиц, склонных к заболеваниям данной системы [4]. Нами было установлено влияние на функции дыхательной и сердечно-сосудистой системы физической нагрузки у девушек разных типов конституции [5]. В связи с этим представляется особый интерес исследования у различных соматотипов тонуса центров вегетативной нервной системы и параметров кровообращения у студентов женского пола.

Цель. Исследовать тонус центров вегетативной нервной системы и параметры кровообращения у студентов женского пола с различными соматотипами.

Методы исследования. Работа выполнена при помощи антропометрических методов обследования 120 девушек-добровольцев, в возрасте 19–22 лет, которые являлись студентками Гродненского медуниверситета. Гемодинамические показатели (удельное периферическое сопротивление и ударный индекс) определяли реографическим методом при помощи автоматизированной системы «Ирина». Состояние сердечно-сосудистой системы также оценивали по величине пульса и артериального давления, кроме того, вычисляли пульсовое давление. Исходный тонус центров вегетативной нервной системы оценивали при помощи расчёта вегетативного

индекса Кердо (ВИК). Если ВИК был в пределах от +10% до –10%, то это соответствовало нормотонии, больше +10% – симпатикотонии и менее –10% – ваготонии. Определение соматотипа проводилось по методике Н. А. Усоевой [6]. Согласно этой методике, из трех основных компонентов строения тела – костного, мышечного и жирового, определяющим самототипом признан костный, как наиболее стабильный. При этом, нами измерялись семь антропометрических параметров: длина тела, ширина плеч, поперечный размер грудной клетки, передне-задний размер грудной клетки, ширина таза, обхват запястья и обхват лодыжек. С целью внутригрудного разделения на соматотипы использованы стандартные квадратические отклонения от средних. Разделительным порогом считали границы интервала ± 1 δ. Для выделения крайних соматотипов (астеников и гиперстеников) использованы отношения суммы трех поперечных размеров – ширины плеч, грудной клетки и таза к длине тела, выраженное в процентах. Девушек с показателями меньше M-δ относили к астеническому (преобладание продольных размеров), больше M+δ к гиперстеническому (преобладание поперечных размеров) типам. Оставшиеся лица средней группы отнесены к нормостеническому типу.

Результаты и их обсуждение. Было выявлено преобладание среди соматотипов нормостеников, которых было более 60%, гиперстеников – 19% и астеников – 17%. Основные гемодинамические показатели: ЧСС и пульсовое давление соответствовали норме, но имели различие у разнообразных соматотипов. При этом ЧСС: у нормостеников – 73 ударов в минуту, у гиперстеников – 65 удара в минуту, и астеников – 78 ударов в минуту. Параметры пульсового давления: у нормостеников – 40 мм рт. ст., у гиперстеников – 36 мм рт. ст. и астеников – 45 мм рт. ст.

При детальном анализе гемодинамических показателей, выявлено, что у астенического соматотипа удельного периферического сопротивления было самое маленькое (1630±237 дин·с·см$^{-0,5}$·м^2), а ударный индекс был самый большой (55,87±2,98 мл/мин·м^2). У гиперстенического соматотипа удельное периферического сопротивления было самое большое (2854±19,13 дин·с·см ^{0,5}·м^2), а показатель ударного индекса, наоборот, был самый маленький (41,54±1,87 мл/мин·м^2). Гемодинамические показатели у нормостенического соматотипа имели средние параметры и составили соответственно (51,27±2,86 мл/мин·м^2 и 1998±17,27 дин·с·см$^{-0,5}$·м^2).

Вегентативный индекс Кердо у нормостеников – 3%, гиперстеников – 12%, астеников – 12%. Данные показатели позволили установить активность центров вегетативной нервной системы. При этом у номостеников диагностирована нормотония, у гиперстеников слабовыраженная ваготония и астеников была слабовыраженная симпатикотония.

Выводы. Нами выявлены различия (подтверждённые статистически) показателей удельного периферического сопротивления и ударного индекса у астенического и гиперстенического соматотипа ($p<0,05$). При этом у астенического соматотипа эти гемодинамические показатели не

соответствовали норме: удельное периферическое сопротивление ниже нормы (в норме 2000-3200), а ударный индекс был выше нормы (33,6±55,8 мл/мин·м^2). Следовательно, у астенического типа конституции доминировал гиперкинетический тип кровообращения.

Малое значение вегетативного индекса Кердо у гиперстенического соматотипа свидетельствовало о преобладании активности центров парасимпатики, что подтверждается очень небольшими цифрами отклонения основного обмена от нормы. У астенического соматотипа вегетативный индекс Кердо, наоборот, был высокий и это подтверждается большим значением параметров системы кровообращения (ЧСС 80, пульсовое давление 46). Следовательно, нами было выявлено наличие взаимосвязи между соматотипом, активностью центров вегетативной нервной системы и параметрами системы кровообращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексина, Л. А. Актуальные вопросы возрастной антропологии / Л. А. Алексина, Г. А. Хацкевич // Биомедицинские и биосоциальные проблемы интегративной антропологии : сб. матер. конф. – СПб., 1996. – С. 3-4.

2. Разработка и обоснование критериального аппарата оценки уровня здоровья спортсмена / С. М. Разинкин, В. В. Петрова, И. А. Артамонова [и др.] // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2015. – № 2. – С. 72-80.

3. Николаев, В. Г. Актуальные вопросы интегративной антропологии / В. Г. Николаев // Российские морфологические ведомости. – 2001. – № 1-2. – С. 219-221.

4. Дуус, П. Топический диагноз в неврологии Анатомия. Физиология. Клиника / П. Дуус. – М. : ИПЦ «Вазар-Ферро», 1996. – 400 с.

5. Власова, М. В. Влияние на функции дыхательной и сердечно-сосудистой системы физической нагрузки у девушек разных типов конституции / М. В. Власова, Ю. М. Емельянчик // Межвузовский научный симпозиум с международным участием, посвященный 110-летию со дня рождения члена-корреспондента НАН Беларуси Н. И. Аринчина, Гродно, 28 февраля 2024 года : сборник материалов / Гродн. гос. мед. ун-т" ; редкол.: И. Г. Жук, С. Б. Вольф, В. В. Зинчук ; под ред. проф. В. В. Зинчука. – Гродно, 2024. – С. 38-41. – 1 CD-ROM.

6. Усоева, Н. Соматотипирование девочек подросткового и юношеского возраста при помощи ЭВМ / Н. Усоева, С. Усоев // Онтогенез человека в норме и патологии : тез. докл. конф. научн. об-ва морфологов Литовской Республики. – Каунас, 1990. – С. 106-107.

ГОРМОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ КРОВИ КАК ИНДИКАТОРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВА У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ)

Гаврилова-Максимчик С. О.[1], Пашкевич С. Г.[2]

[1]Белорусский государственный медицинский университет
[2]Институт физиологии НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Введение. Системный мониторинг гормональных параметров системы крови (дегидроэпиандростерон-сульфат (ДГЭАС), кортизол, тестостерон и их соотношения) у профессиональных спортсменов позволяет определить возникновение состояния нефункционального перенапряжения на ранних стадиях, а индекс ДГЭАС/кортизол – определить уровень адаптационного резерва [1, 2].

Предполагается, что эти показатели можно использовать как прогностические критерии устойчивости функциональных систем организма спортсменов к соревновательным нагрузкам. В настоящее время возрос научный интерес к изучению роли ДГЭАС в спортивной практике. Этот факт обусловлен его эргогенным потенциалом на спортивные результаты [3].

Цель. Определить диагностическую значимость определения уровней ДГЭАС, кортизола, тестостерона, соотношения кортизол/тестостерон и ДГЭАС/кортизол в сыворотке крови как прогностического критерия устойчивости функциональных систем организма спортсменов к соревновательным нагрузкам (на примере мужчин).

Методы исследования. В исследовании участвовали спортсмены национальной команды Республики Беларусь по гребле академической (мужчины n=23). Участников исследования разделили на 2 группы. К первой (n=12) отнесли спортсменов, которые были удостоены призовых позиций (1-3 место) на международных соревнованиях в текущем тренировочном сезоне (лица с высоким функциональным резервом), ко второй (n=11) – спортсмены, которые участвовали в данных соревнованиях, но не заняли призовые места (лица с низким функциональным резервом). Забор крови осуществляли в соревновательный период подготовки утром натощак после дня отдыха (количество обследований – 115). Концентрацию исследуемых гормонов определяли с помощью микропланшетного фотометра HiPo MPP 96 (Латвия), методом иммуноферментного анализа. Данные обрабатывали методами непараметрической статистики с помощью статистического программного обеспечения «Statistica 10» (StatSoft, США). Количественные результаты представляли в виде «Me (25Q; 75Q)», где Me – медиана, 25Q; 75 Q – интерквартильный размах (разница между 25-м и 75-м процентилями

распределения). Критический уровень значимости для проверки статистических гипотез установили на уровне $p<0,05$. Все спортсмены-участники были проинформированы о деталях исследования и дали свое согласие на участие.

Результаты и их обсуждение. В результате исследования было установлено, что медианные значения исследуемых гормонов и их соотношений имели статистически значимые различия между двумя сравниваемыми группами (таблица 1). Сравнительный анализ показал, что в группе лиц с высоким функциональным резервом значения гормональных параметров были статистически значимо выше по сравнению с группой спортсменов с низким функциональным резервом, за исключением индекса тестостерон/кортизол.

Таблица 1 – Гормональные показатели системы крови (Me (25Q; 75Q)) лиц с высоким функциональным резервом и лиц с низким функциональным резервом

Параметры системы крови	**Лица с высоким функциональным резервом**	**Лица с низким функциональным резервом**
ДГЭАС, мкмоль/л	12,30 (11,23; 13,58)	8,80 (7,63; 9,60) *
Кортизол, нмоль/л	523,48 (442,47; 601,72)	404,30 (321,12; 559,87) *
Тестостерон, нмоль/л	22,51 (17,41; 30,66)	14,23 (10,70; 26,00) *
ДГЭАС/кортизол, %	24,80 (20,14; 29,64)	21,19 (12,97; 28,59) *
Тестостерон/кортизол, %	4,19 (3,09; 6,39)	4,23 (2,20; 6,73)

Примечание: * – достоверные различия между значениями показателя при $p<0,05$.

Результаты измерения сывороточной концентрации ДГЭАС в сыворотке крови в группе лиц с высоким функциональным резервом выше на 39,8% ($p<0,001$). Данный факт совпадает с современными представлениями о роли ДГЭАС как маркера адаптационного резерва и высокого уровня устойчивости функциональных систем организма спортсмена к воздействию стресса. Известно, что ДГЭАС является антагонистом кортизола и способен снижать негативные влияния кортизола, что особенно актуально в условиях соревновательных нагрузок [4]. Уровень кортизола в первой группе выше на 29,5% ($p<0,001$). Несмотря на то что уровень кортизола часто рассматривают как катаболический гормон и маркер стресса, его более высокие значения у более успешных спортсменов в соревновательном периоде могут указывать на адекватную активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и мобилизацию энергетических ресурсов. Содержание тестостерона в первой группе сравнения выше на 58,2% ($p<0,001$), а индекс ДГЭАС/кортизол был выше на 16,4% ($p<0,05$), чем во второй группе. Полученные данные свидетельствуют о балансе между анаболическими и катаболическими процессами.

Медианные значения соотношения тестостерон/кортизол статистически не различались.

Следует также отметить, что значения гормональных параметров в обеих сравниваемых группах находились в пределах референсных диапазонов, рекомендованных производителями коммерческих наборов для научных исследований. Это указывает на то, что установленные статистические различия между группами отражают физиологическую адаптацию гормонального профиля, которая связана с уровнем адаптационного потенциала и готовности организма к нагрузкам соревновательного характера.

Выводы. Данное исследование демонстрирует диагностическую значимость системного мониторинга таких гормональных параметров, как ДГЭАС, кортизол, тестостерон и их соотношений. С целью определения уровня адаптационного резерва и уровня устойчивости функциональных систем организма.

Наиболее значимыми прогностическими критериями высокого уровня функциональной устойчивости организма профессиональных спортсменов стали концентрация ДГЭАС и соотношение ДГЭАС/кортизол. Полученные данные служат обоснованием для включения анализа уровня ДГЭАС и индекса ДГЭАС/кортизол в сыворотке крови в комплекс гормонального мониторинга системы крови спортсменов в соревновательном периоде для ранней диагностики состояния нефункционального перенапряжения и оценки готовности функциональных систем организма спортсмена к соревновательным нагрузкам. Индекс ДГЭАС/кортизол можно рассматривать как гормональный фенотип спортсмена с высоким адаптационным потенциалом.

ЛИТЕРАТУРА

1. The prediction of thriving in elite sport: A prospective examination of the role of psychological need satisfaction, challenge appraisal, and salivary biomarkers / D. J. Brown, R. Arnold, M. Standage M. [et al.] // J. Sci. Med. Sport. – 2021. – Vol. 24, № 4. – P. 373-379.

2. DHEA-S production capacity in relation to perceived prolonged stress / A. K. Lennartsson, E. Arvidson, M. Borjesson [et al.] // Stress. – 2022. – Vol. 25, № 1. – P. 105-112.

3. Towards a consensus definition of allostatic load: a multi-cohort, multi-system, multi-biomarker individual participant data (IPD) meta-analysis / C. McCrory, S. McLoughlin, R. Layte [et al.] // Psychoneuroendocrinology. – 2023. – Vol. 153. – P. 1-40

4. Phillips, A. C. Cortisol, DHEA sulphate, their ratio, and al-cause and cause-specific mortality in the Vietnam Experience Study / A. C. Phillips, D. Carroll, C. R. Gale // European Journal of Endocrinology. – 2010. – Vol. 163. – P. 285-292.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ЭФФЕКТА БОРА У ПАЦИЕНТОВ НЕОНАТАЛЬНОГО ПЕРИОДА

Гераськин И. В., Дерюгина А. В.

Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского
Нижний Новгород, Россия

Введение. Эффект Бора отражает обратную зависимость сродства гемоглобина к кислороду от кислотности среды: снижение pH смещает кривую диссоциации оксигемоглобина вправо, облегчая отдачу кислорода тканям. В неонатальном периоде реализация этого механизма происходит на фоне перехода от плацентарного газообмена к лёгочному, быстрой послеродовой перестройки оксигенации, преобладания фетального гемоглобина (HbF) и низкого содержания 2,3-дифосфоглицерата (2,3-DPG) в эритроцитах. Эти особенности определяют необходимость уточнения факторов, влияющих на эффект Бора, для оптимизации оксигенотерапии у новорождённых.

Цель. Детализировать факторы, влияющие на реализацию эффекта Бора у пациентов неонатального периода, для оптимизации оксигенотерапии.

Методы исследования. Проведён анализ показателей кислотно-щелочного состояния (КЩС) крови у новорождённых с различной степенью недоношенности и незрелости на этапах лечебного процесса. Всего учтено 3911 показателей КЩС. Пациенты распределены на группы в зависимости от гестационного возраста: 1-я – 35-36 нед.; 2-я – 32-34 нед.; 3-я – 29-31 нед.; 4-я – 28-29 нед.; отдельно выделена группа доношенных новорождённых. Дополнительно изучена возрастная динамика содержания 2,3-DPG в эритроцитах по материалам 61 аутопсии в трёх возрастных группах: 1-я – менее 28 сут.; 2-я – от 28 сут. до 1 года; 3-я – старше 1 года.

Результаты и их обсуждение. У пациентов всех групп выявлен компенсированный ацидоз: pH (M±m) находился в диапазоне от 7,35±0,02 до 7,37±0,04. Показатели SBE имели отрицательные значения, что указывало на дефицит оснований. Наиболее выраженный дефицит оснований зарегистрирован в 4-й группе (28-29 нед): SBE -2,76±0,84 ммоль/л (n=89); по мере увеличения срока гестации он уменьшался и в группе доношенных составил -1,48±0,66 ммоль/л (n=191; $p<0,01$). Минимальное общее содержание кислорода в крови (ctO_2) отмечено также в 4-й группе – 12,76±0,63 об% (n=75) против 19,37±0,67 об% (n=147) у доношенных ($p<0,01$). Возрастная динамика 2,3-DPG характеризовалась минимальным уровнем в группе менее 28 сут. – 9,50±2,2 ммоль/л, с последующим повышением до 13,97±4,2 ммоль/л в возрасте от 28 сут. до 1 года и до 37,83±12,9 ммоль/л у лиц старше 1 года. Полученные данные свидетельствуют, что у новорождённых, особенно глубоко недоношенных, низкий уровень 2,3-DPG и преобладание HbF ограничивают возможности сдвига кривой диссоциации вправо. Однако на фоне

компенсированного ацидоза эффект Бора в определённой степени компенсирует эти особенности и способствует поддержанию отдачи кислорода тканям. Совокупность выявленных изменений отражает адаптивный механизм, направленный на обеспечение адекватной доставки и диссоциации O_2 в условиях неонатальной перестройки газообмена.

Выводы. Реализация эффекта Бора у пациентов неонатального периода зависит от гестационного возраста, соотношения HbF и HbA, содержания 2,3-DPG в эритроцитах и состояния КЩС. У глубоко недоношенных новорождённых наиболее низкие значения SBE и ctO_2 в сочетании с минимальным уровнем 2,3-DPG указывают на повышенный риск нарушения оксигенации. При оптимизации оксигенотерапии целесообразно учитывать эти факторы и динамику показателей КЩС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahmed, M. H. Hemoglobin: structure, function and allostery / M. H. Ahmed, M. S. Ghatge, M. K. Safo // Subcellular Biochemistry. – 2020. – Vol. 94. – P. 345–382.

2. Jensen, F. B. The dual roles of red blood cells in tissue oxygen delivery: oxygen carriers and regulators of local blood flow / F. B. Jensen // Journal of Experimental Biology. – 2009. – Vol. 212, pt. 21. – P. 3387–3393.

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ: ОПЫТ КАФЕДРЫ

Гладкий М. Л., Дорохина Л. В., Билецкая Е. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Современные образовательные стандарты высшей медицинской школы ориентированы на внедрение инновационных образовательных технологий и интерактивных методов обучения. Это обусловлено необходимостью повышения национальной конкурентоспособности в условиях технологического прогресса и перехода к инновационной экономике, важнейшим институтом развития которой является система образования. В полной мере данные задачи касаются преподавания нормальной физиологии – дисциплины, составляющей теоретическую основу медицины. На кафедре нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского университета накоплен определенный опыт применения информационно-телекоммуникационных технологий и активных форм обучения, направленных на повышение качества образовательного процесса и формирование устойчивой мотивации студентов к освоению медико-

биологических дисциплин. Настоящая статья подготовлена к 100-летию со дня рождения профессора Игоря Константиновича Жмакина, и мы рассматриваем ее как возможность показать, как развиваются традиции, заложенные предшествующими поколениями физиологов.

Цифровизация образовательного процесса рассматривается на кафедре как ресурс, позволяющий формировать качественно новые подходы к изучению физиологии. Особое внимание уделяется внедрению мультимедийных технологий и увеличению доли управляемой самостоятельной работы студентов. Использование цифрового контента облегчает подготовку реферативных сообщений и докладов, изучение лекционного материала, выполнение ряда лабораторных работ. Кроме того, в соответствии с принципами гуманизации образования и сокращения использования животных в демонстрационных экспериментах, на кафедре применяются альтернативные методы обучения, в частности, организация InterNICHE (International Network for Human Education), имеется возможность осуществлять виртуальные физиологические эксперименты по большинству разделов физиологии.

Важным направлением работы кафедры является развитие научно-исследовательской деятельности студентов. В 2024 году с целью развития творческого и научного потенциала была создана студенческая научно-исследовательская лаборатория (СНИЛ) «Oxygenium», в рамках которой организована работа школы молодого исследователя-физиолога. Это позволяет студентам осваивать современные методики экспериментальных исследований и делать первые шаги в научной работе.

Одним из активно применяемых на кафедре методов мотивационного обучения является конкурс видеоматериалов. Студенты готовят видеофильмы на основе выполняемых лабораторных работ или отдельных теоретических вопросов дисциплины. Конкурсные работы размещаются на YouTube-канале кафедры https://www.youtube.com/channel/UCHGetdQdf0G-xElDvtd8JrQ *@КафедраНормальнойФизиологи-ж8ц* и демонстрируются в открытом доступе. Данный формат способствует более глубокому осмыслению учебного материала, развитию навыков самостоятельной работы и позволяет студентам представить результаты своей деятельности широкой аудитории.

Наряду с этим в образовательный процесс внедряются различные интерактивные методы обучения: интеллектуальные турниры, олимпиады физиологических знаний, адаптированные методы в формате «Ажурной пилы», коучинга, деловой игры. Их использование позволяет обеспечить высокий уровень заинтересованности студентов, стимулирует познавательную активность, предполагает выполнение творческих, поисковых и проблемных заданий [1, с. 182–185]. Студент в большей степени выступает субъектом учебной деятельности, вступает в диалог с преподавателем, активно участвует в познавательном процессе.

Особое место среди указанных форм работы занимает интеллектуальный турнир «Физиобум», который проводится на кафедре на протяжении восьми

лет. Данный турнир рассчитан на студентов, имеющих повышенный интерес к предмету и более высокий уровень подготовки. По своему содержанию «Физиобум» аналогичен направленной дискуссии, требующей аргументированного анализа физиологических процессов, а по форме близок к проблемно-деловым играм с жестким регламентом и соревновательным духом [2, с. 42–46]. Такое сочетание позволяет студентам не только продемонстрировать теоретические знания, но и применить их для решения комплексных клинико-физиологических задач, что особенно важно на этапе изучения фундаментальных дисциплин [3, с. 94–98]. Интересно, что турнир позволяет выйти за рамки стандартного учебника: обсуждаемые ситуации приближены к реальной врачебной практике, и это, на наш взгляд, является одним из главных достоинств данного формата.

В 2025-2026 учебном году турнир проводился в три этапа. В отборочных турах приняли участие 26 команд (более 100 студентов) с лечебного, педиатрического, медико-диагностического и медико-психологического факультетов. Каждый тур был посвящен отдельному разделу физиологии (кровообращение, дыхание, пищеварение, нервная и эндокринная системы) и включал классический формат викторины, проведенной в цифровом пространстве, блиц-опросы, кино-тур, решение ситуационных задач и другие задания. Стоит отметить, что креативный подход студентов проявился даже в выборе названий для своих команд. Среди них были, например, «Сыны собаки Павлова», «Белые тельца», «Четыре всадника Апокалипсиса», «10 по Апгар», «Потенциал бездействия», «3 по Глазго» – эти названия отражают не только эрудицию, но и чувство юмора участников, что создает особую атмосферу на турнире.

Таким образом, кафедрой нормальной физиологии ГрГМУ накоплен положительный опыт применения информационно-телекоммуникационных технологий и интерактивных методов обучения. Конкурс видеоматериалов и интеллектуальный турнир «Физиобум» являются примерами эффективного сочетания традиционных и новых образовательных технологий. Данные подходы способствуют не только усвоению программного материала, но и формированию навыков командной работы, профессиональной идентичности и клинического мышления у студентов медицинских специальностей. Оптимальным представляется комплексное использование как классических методов преподавания, так и инновационных форм, позволяющих адаптировать образовательный процесс к современным требованиям. Сохраняя верность лучшим традициям отечественной физиологической школы, мы стремимся развивать их в соответствии с вызовами времени – и в этом мы видим продолжение дела, которому посвятил свою жизнь профессор И. К. Жмакин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Савенков, А. И. Педагогическая психология : учебник для вузов / А. И. Савенков. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 612 с.

2. Кругликов, В. Н. Деловые игры и другие методы активизации познавательной деятельности / В. Н. Кругликов, Е. В. Платонов, Ю. А. Шаранов. – СПб., 2006. – 189 с.

3. Вербицкий, А. А. Теория и технологии контекстного образования : учеб. пособие / А. А. Вербицкий. – М. : МПГУ, 2017. – 268 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Гладкий М. Л., Дорохина Л. В., Билецкая Е. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

В год празднования 100-летия со дня рождения выдающегося физиолога Игоря Константиновича Жмакина кафедра нормальной физиологии с особым вниманием обращается к тем педагогическим принципам, которые он закладывал в основу преподавания фундаментальных дисциплин. И. К. Жмакин всегда подчеркивал, что физиология – это не свод статичных фактов, а живая наука о регуляции и адаптации, требующая от студента не заучивания, а глубокого понимания причинно-следственных связей. Развивая эти идеи в современных условиях, кафедра стремится выстроить образовательную среду, которая была бы естественной для нынешнего поколения учащихся, сохраняя при этом высокую академическую строгость. Сегодня кафедра делает ставку на управляемую самостоятельную работу и активное взаимодействие, превращая студента из пассивного слушателя в равноправного участника учебного процесса.

Одним из ключевых элементов этой системы стал электронный практикум, развернутый на платформе Moodle. Каждый студент имеет персональный доступ, что позволяет ему работать в индивидуальном темпе. Помимо традиционных лабораторных работ, практикум насыщен наглядными материалами – физиограффити (схемы, таблицы, графики), которые значительно облегчают восприятие сложных механизмов гомеостаза. Для преподавателя этот инструмент не менее ценен: возможность в режиме онлайн отслеживать прогресс студентов, оставлять комментарии и корректировать ошибки превращает дистанционное взаимодействие в полноценную часть учебного процесса. По данным опроса, более 90% учащихся высоко оценили этот формат, что подтверждает его органичность для современного цифрового поколения.

Вторым значимым каналом коммуникации стал чат-бот «PhysiologyBot» в мессенджере Telegram. Учитывая популярность данного мессенджера,

сотрудники кафедры создали уникальный для университета сервис, который выполняет не только административную функцию (расписание отработок, время работы преподавателей), но и несет серьезную образовательную нагрузку. В боте размещен детализированный глоссарий по каждому разделу нормальной физиологии, что позволяет студентам быстро уточнять термины и находить нужную информацию в любой момент. Это отличный пример того, как кафедральная инициатива использует повседневные цифровые привычки молодежи в учебных целях, реализуя принцип «образование без границ».

Однако наиболее яркой иллюстрацией активности студентов и их выхода за рамки стандартного обучения стал интеллектуальный турнир «Физиобум». Задуманный как внутрикафедральное соревнование, 5 марта 2026 года он обрел международный масштаб, объединив команду Гродненского государственного медицинского университета с коллегами из Смоленска. Этот турнир построен на принципах проблемно-ориентированного обучения: команды совместно разбирают интегративные клинические кейсы, сопоставляя лабораторные данные с функциональными пробами. Такой подход максимально приближает учебную ситуацию к реальной врачебной практике, заставляя студентов работать с комплексной информацией и принимать обоснованные решения. В этом контексте «Физиобум» выполняет миссию, которую, без сомнения, одобрил бы И. К. Жмакин – превращение фундаментальных знаний в инструмент клинического мышления.

Особого внимания заслуживает рефлексивный компонент, который возник на межвузовском этапе. Участники не просто воспроизводят заученные алгоритмы; в условиях межкультурной коммуникации они вынуждены переосмысливать собственные стратегии мышления, аргументированно отстаивать позицию и уважать альтернативные точки зрения [1]. Преподаватели обеих сторон отметили, что обсуждение задач в смешанных командах расширяет диапазон диагностических решений и стимулирует поиск нестандартных подходов к коррекции выявленных нарушений. Это прямая аналогия с работой врачебных консилиумов, где коллективное обсуждение часто рождает истину. Данный опыт подтвердил, что деловая игра, выходящая за рамки одного учреждения, является высшей формой реализации активных методов обучения, моделируя будущие научные коллаборации и профессиональные контакты [2, с. 103–105].

Если суммировать образовательные функции «Физиобума», то их спектр чрезвычайно широк. Во-первых, он систематизирует знания о нормальной физиологии как о предмете, приучая выделять главное в потоке информации. Во-вторых, формирует оперативное клиническое мышление через решение кейсов. В-третьих, развивает лидерские качества и навыки командной работы в условиях жесткого регламента, что критично для врачебной практики. В-четвертых, воспитывает стрессоустойчивость и умение быстро мобилизовать когнитивные ресурсы – качество, необходимое в экстренных ситуациях. Наконец, турнир транслирует этику научного спора: участники осваивают

культуру дискуссии, учатся уважать мнение оппонентов, что напрямую укрепляет профессиональную идентичность [3, с. 112-116].

Успешная апробация международного этапа открывает перспективы для превращения «Физиобума» в ежегодный открытый турнир. Расширение географии – это не только усиление соревновательного аспекта, но и реализация принципа диалога образовательных традиций. Студенты отмечают, что подготовка к турниру мотивирует изучать дополнительную литературу и глубже вникать в суть процессов, а преподаватели ценят этот формат за возможность в доступной форме охватить большой объем материала и выявить «слабые места» в знаниях для дальнейшей коррекции. Такой подход полностью соответствует духу научной школы И. К. Жмакина, который всегда ратовал за активную познавательную позицию студента.

Таким образом, интеграция цифровых практикумов, интерактивных чат-ботов и состязательных форматов создает многомерную образовательную среду. Мы не отказываемся от классических лекций и семинаров, но дополняем их инструментами, которые делают обучение более гибким, мотивирующим и приближенным к современной реальности. «Физиобум» и электронные сервисы стали неотъемлемой частью жизни кафедры, внося вклад в подготовку врачей, способных к командной работе, постоянному самосовершенствованию и глубокому пониманию фундаментальных механизмов жизнедеятельности. Оглядываясь на наследие Игоря Константиновича Жмакина, мы видим, что его идеи о единстве теории и практики, о воспитании мыслящего врача находят свое яркое воплощение в этих современных педагогических решениях, которые коллектив кафедры нормальной физиологии с уверенностью развивает в новом десятилетии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Птичкина, О. И. Использование кейс-метода в образовательном процессе на кафедре детских болезней и детских инфекций ИГМУ / О. И. Птичкина, Л. А. Решетник, М. В. Гомелля // Система менеджмента качества: опыт и перспективы. – 2020. – № 9. – С. 198–201.

2. Пинчук, Т. В. Интерактивные методы обучения в высшем медицинском образовании (аналитический обзор) / Т. В. Пинчук, Н. В. Орлова // Медицинское образование и профессиональное развитие. – 2020. – Т. 11, № 3. – С. 102–116.

3. Вербицкий, А. А. Теория и технологии контекстного образования : учеб. пособие / А. А. Вербицкий. – М. : МПГУ, 2017. – 268 с.

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ НАКОПЛЕНИЕМ ЦИСТЕИНИЛГЛИЦИНА В ПЕЧЕНИ И СНИЖЕНИЕМ УРОВНЯ ЦИСТЕИНА В ВИСОЧНОЙ ДОЛЕ МОЗГА

Гладкий М. Л., Заруба В. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Окислительный стресс – это дисбаланс между продукцией активных форм кислорода и возможностями антиоксидантной системы организма. Он лежит в основе развития нейродегенеративных заболеваний, ишемического инсульта, ферроптоза, а также лекарственной ото-, нефро- и гепатотоксичности.

Центральное звено окислительного повреждения – истощение запасов восстановленного глутатиона (GSH), для синтеза которого необходимо наличие аминокислоты цистеина. Головной мозг не способен синтезировать цистеин в достаточных количествах и напрямую зависит от его поступления из крови.

Аминогликозиды (амикацин, гентамицин) остаются незаменимыми при тяжёлых инфекциях, однако их применение сопряжено с риском ото-, нефро- и нейротоксичности. Клинически это проявляется необратимой сенсоневральной глухотой, вестибулярными нарушениями, острым повреждением почек, энцефалопатией и судорогами.

В экспериментах показано, что аминогликозиды индуцируют окислительный стресс и ферроптозную гибель гепатоцитов, однако механизм вторичного поражения центральной нервной системы всё ещё остаётся недостаточно изученным. Предлагаемый механизм – окисление GSH до GSSG, его гидролиз ГГТ до Cys-Gly, усиленный захват цистеина печенью и его системный дефицит – объясняет, почему страдает височная доля мозга. Понимание этого пути важно для своевременной нейропротекции, а также мониторинга состояния пациентов, получающих аминогликозиды.

Цель. Описать механизм, связывающий накопление цистеинилглицина в печени и снижение уровня цистеина в височной доле мозга при действии антибиотиков класса аминогликозидов.

Методы исследования. Проведён анализ литературы по теме, отражающей современные представления о роли окислительного стресса и нарушений метаболизма серосодержащих аминокислот в патогенезе поражения печени и головного мозга. Отбирались оригинальные экспериментальные и обзорные статьи, соответствующие тематике исследования. На основании полученной информации описан механизм, связывающий накопление Cys-Gly в печени со снижением уровня Cys в височной доле мозга.

Результаты и их обсуждение. Под действием аминогликозидов происходит массовое поражение печени, как итог – развитие ферроптоза

гепатоцитов, который сопровождается интенсивным окислительным стрессом [1, с. 5].

При этом восстановленный глутатион (GSH) активно расходуется на нейтрализацию активных форм кислорода и продуктов перекисного окисления липидов [2, с. 408].

На фоне дисбаланса антиоксидантной системы и критического падения уровня NADPH активность глутатионредуктазы оказывается недостаточной для регенерации GSH из GSSG, поэтому избыточный окисленный глутатион выводится из клеток во внеклеточное пространство.

Внеклеточный окисленный GSH (GSSG) подвергается гидролизу ферментом γ-глутамилтранспептидазой (ГГТ), локализованным на мембранах гепатоцитов. В результате этой реакции от GSSG отщепляется глутамат (Glu), а оставшаяся часть представляет собой дипептид цистеинилглицин (Cys-Gly).

Дальнейшее расщепление Cys-Gly до свободных аминокислот цистеина (Cys) и глицина (Gly) осуществляется дипептидазами, но при интенсивном и длительном окислительном стрессе скорость образования Cys-Gly превышает каталитическую способность дипептидаз, что приводит к значительному накоплению Cys-Gly в ткани печени [3, с. 899].

Высвобождающийся при гидролизе Cys-Gly свободный Cys частично возвращается в гепатоциты и используется для синтеза нового GSH. В условиях интенсивной гибели клеток и окислительного стресса потребность печени в Cys для ресинтеза GSH остаётся критически высокой.

Для того, чтобы нивелировать этот дефицит, гепатоциты активируют механизмы захвата свободного Cys из плазмы крови. Это приводит к снижению концентрации свободного Cys системном кровотоке.

Поскольку головной мозг лишён возможности синтезировать Cys de novo в необходимых количествах и практически полностью зависит от его поступления из крови через гематоэнцефалический барьер (ГЭБ), системный дефицит Cys отражается на его количестве в нервной ткани. Транспорт Cys через ГЭБ осуществляется градиентно-зависимыми механизмами и при падении его уровня в плазме поступление аминокислоты в нейроны и глию снижается [4, с. 410].

В частности, в височной доле, обладающей высокой метаболической активностью и чувствительностью к повреждениям, вызванным окислительными реакциями, происходит снижение уровня свободного Cys, что коррелирует с падением его концентрации в крови.

Выводы. Таким образом, выявленная закономерность – рост Cys-Gly в печени при одновременном снижении Cys в височной доле, объясняется единым патогенетическим механизмом: окисление GSH до GSSG, его внеклеточный гидролиз до Cys-Gly (с накоплением последнего), усиленный захват свободного Cys из крови печенью для восполнения пула GSH и, как следствие, истощение плазменного фонда Cys, приводящее к дефициту данной аминокислоты в мозге. Полученные данные подтверждают присутствие

системного дисбаланса серосодержащих метаболитов, вызванного гепатотоксичностью, и указывают на важную роль нарушения γ-глутамилового цикла в развитии вторичных метаболических нарушений со стороны центральной нервной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Synergistic effect of regorafenib with aminoglycosides in ferroptosis-mediated liver injury / M. Raja Dahar, S. Zhou, H. Hu [et al.] // Front Pharmacol. – 2025. – Vol. 16. – P. 1–18.

2. The effects of dietary sulfur amino acid deficiency on rat brain glutathione concentration and neural damage in global hemispheric hypoxia-ischemia. / P. J. Bobyn, J. L. Franklin, C. M. Wall [et al.] // Nutr Neurosci. – 2002. – Vol. 5. – P. 407–416.

3. Identification of the mixed disulfide of glutathione and cysteinylglycine in bile: dependence on gamma-glutamyl transferase and responsiveness to oxidative stress. / C. Madhu, Z. Gregus, C. C. Cheng [et al.] // J. Pharmacol. Exp. Ther. – 1992. – P. 896–900.

4. Valdovinos-Flores, C. The role of amino acid transporters in GSH synthesis in the blood-brain barrier and central nervous system. / C. Valdovinos-Flores, M. E. Gonsebatt // Neurochem Int. – 2012. – Vol. 61. – P. 405–414.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБЦИОННОЙ РАНЕВОЙ ПОВЯЗКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ СЕРЕБРО И МЕДЬ

Глуткин А. В.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. К традиционным вариантам местного лечения ожоговых ран относятся перевязочные материалы, такие как марлевые салфетки, пропитанные антисептиками. Несмотря на то, что основным предназначением данных средств является механическая защита раневой поверхности и абсорбция экссудата, а также на их доступность и простоту использования, они не отвечают современным принципам раневого заживления. Их применение нередко сопряжено с травматизацией раны в процессе перевязок и дегидратацией раневого ложа [1].

В лечении кожных ран в стационарных и в амбулаторных условиях раневые повязки остаются необходимыми изделиями, которые могут использоваться в комплексном подходе и как самостоятельные средства [2].

Несмотря на масштабный мировой рынок по производству перевязочных материалов, на территории Республики Беларусь отсутствует широкое применение зарубежных раневых повязок, а отечественные изделия представлены единично. Учитывая вышеизложенное, разработка и

производство отечественных медицинских изделий, отвечающих мировым стандартам, представляет огромный интерес в настоящее время.

Цель. Оценить основные характеристики отечественной сорбционной раневой повязки, содержащей серебро и медь.

Методы исследования. Проведено сравнительное изучение поглотительной и адсорбционной способности сорбционной раневой повязки, содержащей серебро и медь, и марли медицинской целлюлозной (контроль). С помощью электронной микроскопии исследовали структуру раневой повязки. Полутонкие срезы (толщиной около 350 нм) изготавливали на ультрамикротоме MT-7000 (RMC, США) и вырезали лезвием необходимые для изучения участки. Полученные препараты изучали под электронным микроскопом JEM-1011 (JEOL, Япония), фотографировали цифровой камерой Olympus MegaView III (Olympus Soft Imaging Solutions, Германия).

Сорбционная раневая повязка, содержащая серебро и медь, соответствовала ТУ BY 100144378.007-2021, регистрационное удостоверение № ИМ-7.110814, производство Республика Беларусь.

Для исследования поглотительной и адсорбционной способности было подготовлено по 10 образцов материала одинаковой величины (0,1 г) в каждой группе. Масса образцов определялась взвешиванием их на аналитических весах. Для определения поглотительной способности навески испытуемых материалов массой 0,1 г выдерживали в плазме в соотношении 1:100 при температуре 17-20°С в течение 1 часа и 24 часов. По разнице массы образцов до и после сорбции определяли первое значение – процент привеса, который считали поглотительной способностью [3].

Для определения адсорбционной способности после взвешивания образцы помещали в специально разработанное устройство (патент), состоящее из внешней полой цилиндрической емкости с полукруглым дном и внутреннего незамкнутого металлического цилиндра, имеющего дно в виде металлической сетки снизу, и центрифугировали в течение 45 мин. О разнице массы образцов до сорбции и после центрифугирования определяли процент привеса, что являлось адсорбционной способностью [4].

Статистический анализ выполнялся с использованием программы Statistica 10.0 (Statsoft Inc, US). Для проверки гипотезы о нормальности распределения признака применялся критерий Шапиро-Уилка.

Результаты и их обсуждение. Предлагаемая сорбционная раневая повязка, содержащая серебро и медь, состоит из двух слоев. Наружный слой – ламинированный слой – представляет собой полипропилен, импрегнированый смесью серебра и меди, на котором имеются перфорационные отверстия для контакта с воздухом. Внутренний слой – мягкий влагопитывающий атравматичный слой – состоит из прессованной натуральной древесной целлюлозы с волокнами суперабсорбента из расчета 5000 грамм на метр квадратный; благодаря ему происходит быстрое впитывание и удержание экссудата и безболезненное удаление повязки из раны.

Поглотительная способность в исследуемой группе через 1 час нахождения в плазме на 2,1 (p=0,000183) раза больше по отношению к контрольной группе. Через 24 часа поглотительная способность внутри каждой группы увеличивается незначительно, в исследуемой группе на 0,54 % (p>0,05), в контрольной группе на 6,82 % (p>0,05).

Показатель поглотительной способности через 24 часа нахождения в плазме сорбционной повязки, содержащей Ag+Cu, оказался на 1,99 (p=0,000174) раз выше по отношению к контрольной группе.

Адсорбционная способность через 1 час в исследуемой группе составила 530 [520; 540] %, что на 278,57 % (p=0,000142) больше, чем при использовании марли медицинской – 140 [140; 150] %.

Через 24 часа адсорбционная способность внутри каждой группы была следующая: в контрольной группе не увеличивалась, в исследуемой группе увеличилась на 18,87 % (p=0,005). Сравнительный анализ двух групп показал, что адсорбционная способность в исследуемой группе через 24 часа составила 630 [630; 720] %, что на 4,5 (p=0,000142) раза больше по отношению к контролю (марля медицинская) 140 [140; 140] %, соответственно.

После центрифугирования максимально «потеряла» привес за счёт «возвращения» абсорбированной плазмы марля медицинская через 1 час – в 6 раз, через 24 часа – в 6,71 раза. Соотношение поглотительной способности к адсорбционной у исследуемой повязки составило 3,5 и 2,97 раз соответственно, что демонстрирует хорошее удержание биологической жидкости в материале.

Перевязочный материал составляет основу стандартной раневой терапии. К его фундаментальным целям относятся формирование временного барьера, адсорбция раневого экссудата и обеспечение влажностного режима, благоприятствующего реэпителизации. Подбор адекватной повязки диктуется анатомо-патофизиологическими особенностями повреждения. При этом современные материалы обладают расширенным функционалом, включая антимикробную активность [5].

Полученные в наших исследованиях данные демонстрируют эффективность разработанной раневой повязки, содержащей серебро и медь, как современного раневого покрытия, обладающего хорошей поглотительной способностью и отражающего механическое объёмное наполнение капиллярно-пористой структуры раневым отделяемым, соответственно выполняя функцию очищения раны (дренирования раневого отделяемого). Высокая адсорбционная способность исследуемой раневой повязки обеспечивается эффективной фиксацией сорбентом поглощённого раневого экссудата, которая сохраняется не только в течение 1 часа, но и в течение 24 часов, что очень важно для уменьшения количество перевязок и предотвращения десорбции раневого отделяемого. Наличие серебра и меди на волокнах исследуемого покрытия позволяет при фиксации раневого отделяемого повязкой предотвращать развитие вегетирования микрофлоры в ране.

Выводы. Таким образом, как показали результаты экспериментального исследования, заявляемая раневая повязка удерживает раневой экссудат за счёт системы переплетения многочисленных волокон сорбента и высокого показателя удельной поверхности, что приводит к поглощению и удерживанию экссудата, снижает риск мацерации (повреждения) окружающих тканей, поддерживает влажную среду раны для благоприятного заживления, обладает антибактериальным эффектом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка раневых покрытий для регенеративной медицины / И. С. Кудряшова, П. А. Марков, Е. Ю. Костромина [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2021. – Т. 20, № 6. – С. 84–95.

2. Wound dressings: Current advances and future directions / E. R. Ghomi, S. Khalili, S. N. Khorasani [et al.] // Journal of Applied Polymer Science. – 2019. – Vol. 136, № 27. – Art. 47738.

3. Перспективы абсорбирующей повязки на основе наноструктурированного графита на рынке перевязочных средств России / В. М. Воробьёв, А. В. Штейнле, А. В. Ратькин [и др.] // Бюллетень сибирской медицины. – 2010. – Т. 9, № 2. – С. 71–76.

4. Абаев, Ю. К. Хирургическая повязка / Ю. К. Абаев. – Минск : Беларусь, 2005. – 150 с.

5. Principles of Wound Dressings: A Review / Z. Obagi, G. Damiani, A. Grada [et al.] // Surg Technol Int. – 2019. – Vol. 35. – P. 50–57.

АЛЛОСТАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА И МЕТАБОЛИЗМА ГАЗОТРАНСМИТТЕРОВ В КРОВИ КРЫС ПРИ ВВЕДЕНИИ 3,4-ДИГИДРОКСИ-L-ФЕНИЛАЛАНИНА

Глуткин С. В., Щурко А. С., Болтач М. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Образующиеся в процессе клеточного дыхания в митохондриях активные формы кислорода при низком парциальном давлении вовлечены в механизмы внутриклеточной сигнализации. Напротив, высокие концентрации данных соединений оказывают выраженное цитотоксическое действие, повреждая мембранные структуры и ДНК. Индукция оксидативного стресса, возникающая из-за срыва систем антиоксидантного гомеостаза или декомпенсации продукции активных форм кислорода, признана общим звеном патогенеза таких системных заболеваний, как рак, метаболический синдром, воспаление и сосудистая дисфункция [1, с. 2].

Использование леводопы (L-ДОФА) в экспериментальной и клинической практике традиционно рассматривается в контексте её комплексного и зачастую противоречивого влияния на про- и антиоксидантный баланс [2, с. 185]. В современной литературе данные о воздействии препарата на интенсивность перекисного окисления липидов (ПОЛ) носят дискуссионный характер.

L-ДОФА и продукты её катехоламинового метаболизма способны функционировать как «ловушки» свободных радикалов. Метаболизм избыточного дофамина, образующегося из L-ДОФА, сопряжен с его окислительным дезаминированием под действием моноаминоксидазы. Этот путь неизбежно ведет к генерации спектра токсичных агентов, включая пероксид водорода [2, с. 194].

Цель. Проанализировать показатели оксидативного стресса и содержания газотрансмиттеров (оксида азота, сероводорода) в крови крыс при введении 3,4-дигидрокси-L-фенилаланина в условиях увеличения темной части суток.

Методы исследования. Эксперименты проведены на крысах, которые на протяжении 14 суток находились в условиях наибольшей продолжительности темной части суток. Далее половине животным вводили 3,4-дигидрокси-L-фенилаланин, а остальным такой же объем 0,9 % раствора NaCl. Через время производили забор крови для исследования.

Активность свободнорадикальных процессов оценивали по содержанию диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА), продуктов ПОЛ. Содержание неферментативных и ферментативных компонентов антиоксидантной системы оценивали по содержанию восстановленного глутатиона (GSH), церулоплазмина, активности каталазы. Определение газотрансмиттеров: суммарное содержание нитрат/нитритов и концентрация H_2S. Для анализа результатов использовали методы непараметрической статистики (H-критерий Краскела-Уоллиса, U-критерий Манна-Уитни, T-критерий Уилкоксона), коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r).

Результаты и их обсуждение. Введение 3,4-дигидрокси-L-фенилаланина привело к падению уровней ДК как в эритроцитарной массе ($p=0,0249$), так и в плазме ($p=0,0015$), а также к снижению концентрации МДА в эритроцитах ($p=0,0026$). Данный процесс сопровождался выраженным угнетением активности каталазы ($p=0,00006$) и падением суммарного уровня нитрат/нитритов ($p=0,0015$). Напротив, содержание газомедиатора H_2S достоверно возросло ($p=0,0011$). Изменения по МДА плазмы и восстановленному глутатиону статистически не подтвердились ($p>0,05$).

Снижение маркеров ПОЛ (ДК и МДА) на фоне падения активности каталазы может носить двоякий характер. С одной стороны, сама леводопа и продукты ее метаболизма в определенных концентрациях способны проявлять прямые антиоксидантные свойства, связывая свободные радикалы («ловушки» радикалов), что вторично снижает потребность в высокой активности каталазы. С другой стороны, падение активности каталазы может быть следствием

ингибирования фермента избытком перекиси водорода, образующейся при окислительном дезаминировании избыточного дофамина под действием моноаминоксидазы. Снижение уровня нитрат/нитритов указывает на угнетение синтеза NO, что в условиях аллостатической подстройки предотвращает образование высокотоксичного пероксинитрита и защищает клетки от нитрозативного стресса.

Корреляционный анализ наглядно демонстрирует феномен смены аллостатического механизма. В контрольной группе активность каталазы жестко сопряжена с интенсивностью липопероксидации: обнаруживается сильная прямая связь каталазы с ДК эритроцитарной массы (r=0,539) и обратная – с МДА эритроцитарной массы (r=-0,610). При введении 3,4-дигидрокси-L-фенилаланина эти базовые гомеостатические связи полностью разрушаются, а каталаза приобретает новые, критически важные отрицательные корреляции с аминокислотами: аспарагином (r=-0,762), глутамином (r=-0,724) и лизином (r=-0,565). Это свидетельствует о том, что регуляция антиоксидантной защиты у крыс переходит в режим аллостатического регулирования под контроль измененного аминокислотного пула, оптимизируя расход энергетических и белковых ресурсов.

Достоверный рост уровня H_2S у крыс опытной группы представляет собой классический пример аллостатического медиатора. В контроле H_2S имеет выраженную отрицательную связь с нитритами (r=-0,629), отражая реципрокный баланс газотрансмиттеров (NO/H_2S). В группе леводопы эта связь исчезает, но формируется новая сильная отрицательная корреляция H_2S с МДА плазмы (r=-0,609). Это напрямую доказывает включение сероводорода в новую аллостатическую ось защиты: при возрастании нагрузки на катехоламиновый метаболизм именно H_2S берет на себя функцию ведущего мобильного антиоксиданта, эффективно подавляющего системный оксидативный стресс.

Выводы. С позиций концепции аллостаза, введение 3,4-дигидрокси-L-фенилаланина лабораторным крысам инициирует формирование нового адаптационного биохимического паттерна. Он характеризуется сочетанным снижением маркеров ПОЛ и падением активности каталазы и общего содержания нитрат/нитритов. На системном уровне это проявляется полным разрушением базовых гомеостатических связей каталазы с продуктами ПОЛ и переходом фермента под регуляторный контроль изменившегося пула аминокислот.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yang, S. ROS and diseases: Role in metabolism and energy supply / S. Yang., G. Lian // Mol. Cell Biochem. – 2020. – Vol. 467. – P. 1–12.

2. Soliman, M. K. Levodopa modulating effects of inducible nitric oxide synthase and reactive oxygen species in glioma cells / M. K. Soliman, E. Mazzio, K. F. Soliman // Life Sci. – 2002. – Vol. 72, № 2. – P. 185–198.

РЕТРОСПЕКТИВА СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ КАФЕДРЫ И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Дорохина Л. В., Орехов С. Д., Зинчук В. В., Билецкая Е. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Образование студенческого научного кружка (СНК) и дальнейшее совершенствование научно-исследовательской работы студентов происходило под руководством академика Н. И. Аринчина, профессора И. К. Жмакина, профессора М. В. Борисюка, которые стояли у истоков формирования нашей кафедры. СНК, созданный в год основания кафедры, явился настоящей кузницей научных кадров. Многие известные врачи, преподаватели и ученые являлись нашими кружковцами: член-корреспондент НАН Беларуси Л. М. Лобанок, профессор В. В. Зинчук, а также Ф. Н. Сенько, М. С. Омельянчик, Е. И. Кежун, Н. А. Максимович, И. К. Дремза, П. В. Завадский, В. О. Лепеев и др. В этом году под эгидой СНО университета состоялась Республиканская научно-практическая конференция с международным участием студентов и молодых ученых, посвященная памяти И. К. Жмакина.

Для развития творческих способностей и научно-исследовательских навыков студентов и учащихся старших классов на базе СНК в 2011 году создано творческое объединение учащихся «Эврика». В 2024 году за научные заслуги и для дальнейшего повышения результативности образовательного процесса творческое объединение преобразовано в студенческую научно-исследовательскую лабораторию «Oxygenium» (СНИЛ).

Еще одна грань студенческой науки – сохранение, поддержание и развитие отечественных научных школ. Нашему коллективу есть чем гордиться и передать на основе преемственности поколений, так как на базе кафедры работает научная школа «Системные механизмы транспорта кислорода кровью», созданная профессором М. В. Борисюком, а в данный момент возглавляемая профессором В. В. Зинчуком. Студенческие научные работы являются продолжением и дополнением научной тематики кафедры. Ряд исследовательских работ выполняется в тесном взаимодействии с группой по исследованию газотранспортной функции при Отраслевой лаборатории молекулярной медицины нашего университета. Основные темы: газотрансмиттеры и NO-зависимые механизмы формирования кислородтранспортной функции крови, оценка адаптационного потенциала организма в условиях действия различных стресс-инициирующих факторов, особенности физиологического ответа организма при аллостатических состояниях различной природы, особенности физиологического портрета студентов и другие [1].

Согласно высказыванию И. С. Тургенева «Ничто так не освобождает человека, как знание», именно научные изыскания учат студента независимому мышлению, избавляя от слепой веры авторитетам, помогают изучить предмет глубже рамок стандартной программы, определиться со специализацией. Исследовательская работа во многом является коллективной и ведется под управлением научного руководителя, создающего методологическую базу. Для этого на нашей кафедре работает «Школа молодого исследователя-физиолога», где студентов знакомят с лабораторным оборудованием и методами исследования, обучают правилам планирования и проведения эксперимента, статистической обработке полученных результатов. Студенческая наука является фундаментом инновационного и интеллектуального прогресса, где учащиеся трансформируют теоретические знания в практические навыки. Как говорил М. В. Ломоносов: «Даже один опыт я ставлю выше тысячи мнений, рожденных только воображением».

Для студентов предусмотрено много форм участия в научно-исследовательской работе: подготовка реферативных сообщений, выполнение тематического обзора по базам данных литературы, представление полученных результатов в виде докладов на заседаниях СНИЛ «Oxygenium», публикация результатов исследований в научных изданиях, выступление на научных студенческих конференциях. Это позволяет студенту увидеть новые горизонты и увлечься интересной тематикой на долгие годы. Однако вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу, по нашему мнению, должно носить взвешенный характер и не принимать масштабы поголовной мобилизации, так как это не только плодотворный, но и длительный, многоэтапный процесс.

Среди различных форм работы «Oxygenium**» особое место занимает олимпиада, на** кафедре ежегодно проводится «Компьютерный марафон». Участвуют наши кружковцы и в международных олимпиадах:, среди которых Всероссийская студенческая олимпиада с международным участием «Human matrix» (ДГМУ, Махачкала), Всероссийская олимпиада по нормальной физиологии, посвященная памяти академика К. В. Судакова (*Первый МГМУ им. Сеченова, Москва),* Всероссийская Олимпиада с международным участием по патологической физиологии «Квиз-Патфиз» (СГМУ, Смоленск). Участие в них позволяет всесторонне оценить знание предмета, познавательную и творческую активность студента, его эрудицию, клиническое мышление [2].

Еще одной формой работы СНИЛ является создание видеоматериалов, что является эффективным инструментом обучения и развития цифровых компетенций студентов. Это инновационный формат, который превращает сухую теорию в динамичный цифровой контент, объединяет фундаментальную науку и современные технологии визуализации. В видеофильмах студенты представляют алгоритмы выполнения лабораторных работ, простыми словами объясняют сложные механизмы клеточных и системных процессов, происходящих в организме, иногда используя анимацию, что облегчает

восприятие теоретического материала. Лучшие видеоролики формируют уникальную медиатеку кафедры, которую мы размещаем на Ютуб-канале, созданном в 2022 году.

Современная наука давно вышла за рамки классических аудиторий. Одним из перспективных и динамичных направлений НИРС становится ведение социальных сетей в образовательном и научно-популярном формате. Для стимуляции познавательной активности и творческих способностей студентов, обмена учебной и научной информацией в рамках СНИЛ созданы группы в социальных сетях Telegram и Instagram. Чтобы написать короткий, но емкий пост, студенту приходится проделать большую исследовательскую работу, проанализировать источники литературы, перевести иногда сложные понятия на простой, живой и доступный язык. Популяризация физиологии в социальных сетях – это серьезный интеллектуальный труд.

Международное сотрудничество значительно обогащает работу СНИЛ «Oxygenium», расширяет возможности для обмена опытом при участии в совместных научных конференциях. СНИЛ имеет тесные связи с вузами Республики Беларусь, Российской Федерации, Республики Армения, Туркменистана, Узбекистана. Для начинающих исследователей крайне важно активное взаимодействие: презентация результатов работы, совместный анализ инновационных идей. Научные студенческие конференции выступают одной из форм мотивации молодежи заниматься исследовательской деятельностью. В 2026 году члены СНИЛ приняли участие в 14 научных конференциях, в том числе за рубежом (Москва, Санкт-Петербург, Иркутск, Тюмень, Воронеж), опубликовано 36 работ, на Республиканский конкурс представлено 4 работы (3 из которых удостоены I категории). Из списка одаренной молодежи нашего университета 30 % – воспитанники СНИЛ «Oxygenium», готовые к дальнейшему обучению и непрерывному профессиональному росту.

В заключение хочется привести слова лауреата Нобелевской премии Ж. Алферова «Будущее науки за молодёжью. Но чтобы это будущее состоялось, нужно прививать вкус к исследованиям со студенческой скамьи, когда ум максимально гибок и свободен от догм». Коллектив нашей кафедры продолжает создавать условия для поддержки одаренной молодежи и дальнейшего развития их интеллектуального потенциала, что позволит создать резерв преподавательского состава. Участие в СНИЛ «Oxygenium» формирует профессиональную мотивацию и помогает поиску своего места в профессии врача, это реальный путь для успешной карьеры в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорохина, Л. В. Опыт организации научно-исследовательской работы студентов на кафедре нормальной физиологии / Л. В. Дорохина, В. В. Зинчук, О. С. Миклашевич // Актуальные проблемы медицины : сборник материалов итоговой научно-практической конференции, 29 января 2026 г. / Гродненский государственный медицинский университет ; редкол.: И. Г. Жук (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2026. – С. 101–104. – 1 CD-ROM.

2. Зинчук, В. В. Инновационные технологии преподавания физиологии / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, Е. С. Билецкая, Т. Л. Степуро // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2022. – Т. 20, № 6. – С.661–666.

ОПЫТ СТУДЕНЧЕСКИХ ИИ-ПРОЕКТОВ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ КАК МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НОВОГО ТИПА

Дорохов Е. В., Кочукова М. В., Плетнев А. В.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко
Воронеж, Россия

Введение. Современная клиническая медицина переживает лавинообразный рост объёма медико-физических данных. Внедрение искусственного интеллекта (ИИ), телемедицинских систем и персонализированного моделирования требует не просто адаптации врачей к новым технологиям, но и принципиально иной подготовки специалистов на стыке биофизики, программирования и клинической практики.

В настоящее время ключевой разрыв лежит не столько в отсутствии алгоритмов, сколько в невозможности эффективного перевода «сырого» кода в понятный, доверенный и пригодный для рутинного использования клинический инструмент. Именно дисциплина «Биофизика», с её фундаментом в физических принципах работы организма и измерительных систем, с ее межпредметной направленностью может стать естественным мостом между компьютерными науками и реальной клиникой [1].

Исследования показывают, что применение ресурсов ИИ в дистанционном обучении на образовательном портале, в том числе на кафедрах нормальной физиологии, демонстрирует неоднозначное, но в целом позитивное отношение участников образовательного процесса и требует дальнейшего исследования [2]. Международный опыт также подтверждает, что адаптивные ИИ-системы, обеспечивающие индивидуальную последовательность контента и автоматизированную обратную связь, улучшают академическую успеваемость и удержание знаний у студентов медицинских вузов. Обзор практик интеграции ИИ в медицинское физиологическое образование показывает, что ключевыми условиями успеха являются адаптивный дизайн учебной программы, этическое управление и развитие ИИ-грамотности преподавателей [3]. Поэтому опыт, полученный на примере дисциплины «Биофизики» на кафедре, представляет интерес и для преподавания нормальной физиологии.

За последние два учебных года в рамках дисциплины «Биофизика» было реализовано пять сквозных проектов на стыке машинного обучения и прикладных клинических задач. Отдельных часов в учебном плане на реализацию описываемых ИИ-проектов не выделено. Преподаватели кафедры ведут данную работу исключительно в рамках деятельности студенческого научного кружка (СНК), что накладывает ограничения на время контакта со студентами и требует высокой степени самоорганизации участников. Для поддержания мотивации и создания соревновательной среды проектная деятельность организована в конкурсной форме – ежегодный конкурс проектов на кафедре. Такой подход позволяет студентам добровольно, во внеучебное время, осваивать ИИ-компетенции, получая взамен навыки работы и портфолио реальных разработок. Проекты носят прикладной характер: от прототипов чат-ботов до простых прогностических моделей. Однако в процессе работы выявился ряд системных проблем, лежащих на стыке клинической подготовки, технических компетенций и коммуникации с практикующими врачами. За два года организации таких проектов стоит акцентировать внимание на барьерах, способах их преодоления, критической важности раннего старта, а также на реальных достижениях студентов при отсутствии формального финансирования учебного времени.

Цель. Обобщить опыт организации конкурса ИИ-проектов для студентов-медиков, выполняемых во внеучебное время, выявить типичные барьеры и способы их преодоления, обосновать необходимость раннего старта обучения работе с ИИ и показать значение этого опыта для учебной деятельности и формирования клинического мышления нового типа.

Методы исследования. Материалом послужил опыт двух учебных лет реализации проектного трека в студенческом научном кружке кафедры нормальной физиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н.Н. Бурденко. Участники – студенты 1-2 курсов. Использовались педагогическое наблюдение, анализ проектных артефактов (промты, скрипты, чат-боты, прогностические модели), совместные конференции с ординаторами и клиницистами, внешняя апробация на конкурсе проектов в сфере здравоохранения, а также регистрация объектов интеллектуальной собственности. Клиническая верификация решений проводилась путём сопоставления с заключениями опытных врачей и обсуждения клинической валидности на совместных конференциях.

Результаты и их обсуждение. В рамках конкурса не требуется глубокого машинного обучения «с нуля». Студенты осваивают новый тип грамотности, который включает: промт-инжиниринг и паттерны, прогностический компонент – подключение ИИ для оценки рисков, предсказаний по введённым данным, автоматизации ввода и вывода информации, анализа снимков. Такой подход позволяет студентам за короткое время получить работающий прототип, не погружаясь в сложную математику нейросетей.

Главным вызовом на старте стала клиническая слепота 1 курса. Студенты 1-го курса обладают энтузиазмом, но не имеют достаточного клинического опыта. Для уточнения клинической составляющей проводились совместные конференции с кафедрами клинического профиля. На этих конференциях проектное решение оценивалось с точки зрения клинической валидности, выделялись значимые или дополнительные симптомы или данные, которые модель должна учитывать, студенты получали доступ к клиническим данным для проверки решений на данных реальных пациентов и сравнения с заключением опытных врачей до обучения модели на основе ИИ. Это позволяет частично компенсировать дефицит клинического опыта и формирует у студентов понимание физиологического контекста решаемой задачи.

Несмотря на положительный опыт такого взаимодействия, студенты сталкиваются также с непониманием и настороженностью со стороны практикующих врачей. Врачи видят в ИИ конкурента, а не инструмент, например, для быстрого анализа данных или генерации черновиков заключений. Преодоление этого барьера требует не только технической, но и коммуникативной подготовки студентов, умения говорить на языке клинициста и демонстрировать ограничения и зоны ответственности ИИ.

Создание проектов в рамках работы со студентами выявило главную долгосрочную ценность этой работы. После прохождения полного цикла: промпт → код → чат-бот → прогностическая модель → клиническая верификация, у студента формируется навык постановки задачи для IT-специалистов. Будущие врачи, прошедшие курс проектной работы, могут чётко описать, какие данные нужны для промпта, объяснить программисту медицинскую логику без требования медицинских знаний от разработчика, составить обоснованное техническое задание на ИИ-компонент. В традиционном медицинском образовании этому не учат. Наш конкурс ИИ-проектов восполняет этот пробел.

Первый опыт выстраивания образовательного процесса проектной деятельности дал свои результаты: была проведена регистрация объектов интеллектуальной собственности и внешняя апробация на конкурсе проектов по организации здравоохранения. Качественно эти результаты означают, что студенты-медики уже на младших курсах включаются в реальную междисциплинарную разработку, осваивают язык технических требований и клинической валидации.

Выводы. Опыт кафедры нормальной физиологии показывает, что даже без выделения отдельных часов, через СНК и конкурсную форму, студенты могут достигать значимых результатов в учебной деятельности. Обучение работе с ИИ необходимо начинать с 1 курса, параллельно с фундаментальными дисциплинами, включая нормальную физиологию. Ранний старт формирует клиническое мышление нового типа: не только запоминание, но и моделирование, верификация, коммуникация с IT-специалистом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кочукова, М. В. Современное состояние естественнонаучных дисциплин в высшем медицинском образовании: вызовы, тенденции и пути модернизации / М. В. Кочукова // Мир педагогики и психологии. – 2025. – Т. 109, № 8. – С. 123–130.
2. Применение ресурсов искусственного интеллекта в дистанционном обучении на образовательном портале (на примере кафедр нормальной физиологии, акушерства и гинекологии) / Н. А. Гетман, Е. Г. Галянская, Л. И. Сукач [и др.] // Педагогическое образование. – 2026. – Т. 7, № 5. – С. 87–93.
3. Li, H. AI Foundations in China's Medical Physiology Education: Pedagogical Practices – and Systemic Challenges / H. Li // Advances in Medical Education and Practice. – 2025. – Vol. 16. – P. 1439–1453.

БИОМАРКЕРЫ СТАРЕНИЯ

Дричиц О. А., Юшкевич С. А., Дричиц Ю. Г.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Биологический возраст – это показатель состояния организма, который отражает, насколько хорошо функционируют органы и системы по сравнению с хронологическим возрастом. В течение последнего столетия человечество стало свидетелем беспрецедентного увеличения продолжительности жизни, что привело к глобальному старению населения. Несмотря на впечатляющие достижения современной медицины, распространенность возраст-ассоциированных неинфекционных заболеваний (атеросклероз, диабет II типа, рак, деменция) продолжает нарастать. Фундаментальной целью вмешательств в рамках медицины долголетия является не просто увеличение числа прожитых лет, а существенное расширение продолжительности здорового периода жизни, замедление темпов биологического старения и повышение качества жизни, независимо от хронологического возраста индивидуума, что предполагает поиск и использование маркеров не просто старения, но и маркеров, указывающих на скорость возрастных изменений и точку их инициации.

Цель. Изучить и систематизировать современные научные исследования, касающиеся маркеров биологического возраста человека.

Методы исследования. Литературно-библиографический анализ источников электронных библиотек PubMed, eLIBRARY, Web of Science.

Результаты и их обсуждение. Движущей силой старения всего организма, несомненно, можно назвать клеточное старение. Анализ научных исследований за последние годы показал, что функциональное состояние стареющих клеток невозможно отразить одним показателем, как правило, оно

оценивается комбинацией маркеров, указывающих на различные аспекты биологии старения. Наиболее характерными признаками старения на клеточном уровне являются остановка или нарушение регуляции клеточного цикла, геномная нестабильность, дисфункция митохондрий, перенастройка сигнальных путей и секреторный фенотип, ассоциированный со старением (SASP – Senescence-associated secretory phenotype), а также укорочение теломер и эпигенетические изменения [1, с. 898].

Эпигенетические изменения, реализуемые без изменений в последовательности ДНК, играют ключевую роль в старении организма на клеточном уровне. К ним относятся изменения метилирования геномной ДНК, аномальные модификации гистонов и гетерохроматина и нарушение регуляции модификаций РНК. Эти изменения приводят к изменению локальной доступности генетического материала, ошибкам транскрипции и геномной нестабильности, способствуя развитию старения и возрастных заболеваний [1, с. 899, 2, с. 130]. Одним из наиболее изученных эпигенетических маркеров старения является изменения в паттернах метилирования. Гиперметилирование CpG-островков в промоторах приводит к репрессии транскрипции, тогда как гипометилирование, напротив, способствует экспрессии генов. Показано, что с возрастом снижается уровень экспрессии ДНК-метилтрансферазы 1, но в тоже время усиливается *de novo* метилирование за счёт повышенной экспрессии других ферментов семейства метилтрансфераз, а значит, ряд генов, которые не должны работать, оказываются активированы и запускают каскад нежелательных реакций. Связь островков метилирования с возрастом отражается в статистической модели «эпигенетических часов» – первого биомаркера старения [3]. Эта модель позволяет оценивать возраст большинства тканей и типов клеток, а также прогнозировать исходы старения, включая риск смертности и возрастзависимых заболеваний. На сегодняшний день разработано несколько других моделей «эпигенетических часов» с гораздо более широкими функциями, как например, PhenoAge, которая объединяет несколько клинических биомаркеров, способна прогнозировать разнообразные исходы: все причины смертности, рак, продолжительность здорового периода жизни, физическое функционирование и болезнь Альцгеймера.

Изменения в модификации гистонов не просто отражают старение организма, а способствуют его ускорению и нарушению стабильности генома [1, с. 900]. Так, при старении отмечено уменьшение плотности нуклеосом и изменение доступности хроматина. Декомпактизация хроматина ведет к экспрессии нежелательных генов и потере точности контроля синтеза белков в клетке. При старении снижается ацетилирование гистонов, способствующее увеличению количества ошибок репарации ДНК. Наблюдаются изменения в фосфорилировании и убиквитировании гистонов, ассоциированные со старением. Подобные изменения отмечены как следствие снижения активности сиртуинов – ферментов, модифицирующих гистоны. Сиртуины – это семейство $НАД^+$ – зависимых гистоновых деацетилаз, способствующих

уплотнению хроматина и выключению генов [2, с. 132]. Их активность снижается с возрастом вместе с падением уровня НАД$^+$. Показана роль **Sirt6** в репарации двунитевых разрывов ДНК и контроле NF-κB (nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells) (снижение хронического воспаления), что делает его мощным «антивозрастным» фактором. Сиртуины участвуют в снижении окислительного стресса в митохондриях через активацию антиоксидантных путей, регулируют остановку клеточного цикла влияя на ингибиторы циклин-зависимых киназ. Таким образом, гистоновые деацетилазы отражают состояние целостности генома и метаболический статус клетки. С возрастом уровень НАД$^+$ падает, активность сиртуинов снижается, что ведет к накоплению ошибок репарации, росту воспаления и ускорению старения. Именно поэтому, являясь «датчиками» переключения ключевых признаков старения, ряд сиртуинов рассматриваются как потенциальные геропротекторы.

Эпигенетические изменения характерны не только для хроматина, сегодня все чаще говорят об эпигенетических изменениях «транскрипта», т. е. РНК [4, с. 786]**.** На сегодняшний день описано более 170 различных химических модификаций РНК. Наиболее изученными в контексте старения являются метилирование, ацетилирование и редактирование**.** Химические модификации РНК не изменяют последовательность нуклеотидов, но влияют на стабильность РНК и эффективность трансляции. Выявлено, что с возрастом точность альтернативного сплайсинга падает, и в клетке появляются укороченные или усечённые изоформы нефункциональных белков, нарушающих клеточные процессы. Более того, сбои в регуляции некодирующих РНК (микроРНК, длинных некодирующих РНК) могут менять работу сигнальных путей, в том числе NF-κB, которые напрямую связаны с клеточным старением, воспалением и накоплением неправильно свёрнутых белков.

Выводы. Биомаркеры старения отличаются на разных уровнях существования организма и могут не только использоваться для оценки биологического возраста, но и предоставлять информацию, необходимую для разработки персонализированных медицинских рекомендаций в своевременной диагностике заболеваний, в поиске эффективных методов и способов их профилактики, а также в разработке возможных стратегий вмешательства в процесс старения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Biomarkers of aging / H. Bao, J. Cao, M. Chen [et al.] // Science China Life Sciences. – 2023. – Vol. 66, № 5. – P. 893–1066.

2. Холявка, М. Г. Биомаркеры старения и новые мишени для антивозрастной терапии / М. Г. Холявка, Т. И. Рахманова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2020. – № 3. – С. 127–141.

3. Эпигенетические биомаркеры старения. – URL: https://openlongevity.org/epigenetic_clock (дата обращения: 10.09.2026).

4. Coego, A. Epitranscriptomics: new players in an old game / A. Coego, H. Covelo-Molares, D. Guallar // Biochemical Society Transactions. – 2023. – Vol. 51, № 2. – P. 783–796.

ВИТАМИН-D-СТАТУС И ОСТЕОКАЛЬЦИН КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ТЯЖЕСТИ АСЕПТИЧЕСКОГО НЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРА

Егоров А. А., Бритько А. А., Кархов И. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Асептический некроз головки бедренной кости (АНГБК) составляет до 4,7% всей патологии тазобедренного сустава, поражает лиц трудоспособного возраста и часто приводит к инвалидизации. Этиопатогенез многофакторен: экзогенные факторы (кортикостероиды, алкоголь, COVID-19) сочетаются с эндогенными нарушениями, включая генетическую предрасположенность. Витамин D через рецептор VDR регулирует костное ремоделирование, воспаление и гемостаз. Полиморфизм FokI (rs2228570) гена VDR может влиять на функциональную активность рецептора и ассоциироваться с тяжестью течения АНГБК. Отсутствие единого подхода к предоперационной подготовке и стратификации риска осложнений снижает эффективность хирургического лечения.

Цель. На основании комплексного анализа клиниколабораторных и генетических данных разработать алгоритм предоперационного обследования, профилактики и прогнозирования рисков у пациентов с АНГБК.

Методы исследования. Обследовано 60 пациентов: 36 с верифицированным АНГБК (II-III стадии по ARCO) и 24 с коксартрозом III стадии (группа сравнения). В сыворотке крови определяли уровень 25(OH)D (иммунохимически), остеокальцина (ИФА), СОЭ, фибриноген, АЧТВ, протромбин. Генотипирование полиморфизма FokI (rs2228570) гена VDR выполнено методом ПЦР в реальном времени. Статистический анализ проведён с использованием критериев Манна-Уитни, χ^2, Краскела-Уоллиса, логистической регрессии и ROC-анализа.

Результаты и их обсуждение. У пациентов с АНГБК выявлен глубокий дефицит 25(OH)D (медиана 2,75 нг/мл [IQR 1,15-4,51]) и снижение остеокальцина (медиана 1,29 нг/ мл [0,72-2,08]), что значимо отличалось от группы коксартроза ($p<0,05$). Повышение СОЭ (>30 мм/ч) отмечено у 71,4% пациентов, фибриногена (>3,75 г/л) – у 58,3%. Распределение генотипов FokI в группе АНГБК: AA – 27,8%, AG – 47,2%, GG – 25,0%. Носители генотипа GG имели наиболее низкие уровни 25(OH)D (1,91±0,64 нг/мл) и остеокальцина (0,75±0,32 нг/мл), а также максимальные СОЭ (46,2±12,5 мм/ч) и фибриноген (4,18±0,61 г/л) ($p<0,05$). У пациентов с перенесённой COVID-19 (n=8) фибриноген и СОЭ были достоверно выше, чем у неболевших ($p<0,05$). По данным логистической регрессии, независимыми предикторами АНГБК явились: 25(OH)D <10 нг/мл (OR=4,22; 95% ДИ 1,82-9,78), генотип GG

(OR=3,53; 95% ДИ 1,31-9,51), фибриноген >4,5 г/л (OR=2,92; 95% ДИ 1,19-7,16) и СОЭ >40 мм/ч (OR=2,44; 95% ДИ 1,08-5,51). На их основе построена диагностическая шкала (AUC=0,87; при пороге ≥4 баллов чувствительность 83,3%, специфичность 79,2%). Для предоперационной стратификации риска осложнений разработана интегральная шкала, включающая 7 факторов (генотип GG, дефицит витамина D, низкий остеокальцин, гиперфибриногенемия, высокая СОЭ, COVID-19 в анамнезе, приём кортикостероидов ≥3 месяцев). Сумма баллов позволяет выделить группы низкого (0-2), среднего (3-4) и высокого (≥5) риска. Предложенный трёхэтапный алгоритм (обследование → стратификация → профилактика / мониторинг) включает обязательное определение 25(OH)D, остеокальцина, фибриногена, СОЭ и генотипа FokI, а также персонализированные меры: коррекцию витамина D (при генотипе GG предпочтительно альфакальцидол), антикоагулянтную профилактику (при гиперфибриногенемии и / или COVID-19 – продление до 4-6 недель) и контроль эффективности через 3 месяца.

Выводы. У пациентов с АНГБК выявлен тотальный тяжёлый дефицит витамина D и глубокое угнетение костеобразования, ассоциированные с генотипом GG полиморфизма FokI VDR, который является маркёром неблагоприятного прогноза. Перенесённая COVID-19 усугубляет гиперкоагуляцию и воспаление. Разработанный алгоритм позволяет персонифицировать предоперационную подготовку, снизить риск тромботических и костных осложнений и улучшить исходы хирургического лечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование полиморфных локусов генов CALCR, COL1A1, VDR, LCT у пациентов с асептическим некрозом головки бедренной кости / Е. Е. Волков, М. В. Гордеев, А. П. Голощапов [и др.] // Гений ортопедии. – 2018. – Т. 24, № 3. – С. 335-340.

2. Шевченко, С. Д. Асептический некроз головки бедренной кости: современное состояние проблемы / С. Д. Шевченко, В. Н. Бондаренко, А. Н. Коваленко // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2021. – № 2. – С. 98-105.

3. Agarwala, S. R. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19' / S. R. Agarwala, M. Vijayvargiya, P. Pandey // BMJ Case Rep. – 2021. – Vol. 14, № 7. – Art. e242101.

4. Avascular necrosis of the femoral head after COVID-19: a systematic review / I. C. G. Rocha [et al.] // J Clin Orthop Trauma. – 2021. – Vol. 20. – Art. 101491.

5. Imbalanced bone turnover markers and low bone mineral density in patients with osteonecrosis of the femoral head / L. Tian, S. H. Baek, J. A. Jang, S. Y. Kim // Int Orthop. – 2018. – Vol. 42, № 7. – P. 1545-1549.

ПОДГОТОВКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Емельянчик Ю. М., Зинчук В. В., Балбатун О. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Исторически на кафедре нормальной физиологии сложилась хорошая традиция по изданию литературы. Многие из пособий по просьбам студентов многократно переиздавались и имели стопроцентную реализацию как в киоске нашего университета, так и книжных магазинах по всей Беларуси. В связи с этим данными учебниками пользовались студенты не только нашего университета, но и студенты биологических факультетов других медицинских вузов страны. Руководство вузов осуществляло централизованную закупку данных книг для своих библиотек. Кроме того, учебники и учебные пособия по нормальной физиологии имеются в продаже в книжных магазинах Российской Федерации, Туркменистана, и студенты этих стран также пользуются данными учебниками [1].

Наша кафедра при написании учебных пособий активно сотрудничает с другими медицинскими вузами, в том числе и за пределами Республики Беларусь. В частности, в 2019 году заведующий кафедрой Зинчук В. В. совместно с преподавателями кафедры нормальной физиологии Российской Федерации подготовил и издал в Москве учебник не только для студентов медицинских вузов Республики Беларусь, но и для студентов Российской Федерации и стран СНГ «Физиология человека», под редакцией В. М. Смирнова, этот учебник является профильным для студентов педиатрического факультета нашего университета, так как в нём подробно излагаются вопросы физиологии детей различных возрастов и новорождённых [2].

За последние пять лет на кафедре издан ряд учебников с грифом МО РБ по дисциплине «Нормальная физиология». В частности, в 2023 году для студентов лечебного, медико-диагностического и медико-психологического факультетов с грифом МО РБ в двух частях издан учебник «Нормальная физиология», в котором большое внимание уделено систематизации изложения материала, а также отражены основные достижения физиологической науки последних лет.

Издательская деятельность на кафедре нормальной физиологии охватывает все кластеры учебной деятельности. В частности, у нас издаются не только учебники, которые касаются преподавания теоретической части нашей дисциплины, но и пособия с изложением тестовых заданий «Подготовка к тестированию по нормальной физиологии» (2022 год). В этом же году был издан с грифом МО РБ «Нормальная физиология. Практикум: учеб. пособие»

часть 1, а в 2023 году часть 2. В этом пособии подробно излагается практическая часть занятия с описанием лабораторных работ, также в нём студент должен вносить обозначения в схемы и рисунки. Также на занятии после выполнения лабораторных работ в протокол вносятся результаты выполнения лабораторных работ и выводы [3].

В 2022 году для студентов медико-психологического факультета издано пособие с грифом МО РБ «Нормальная физиология. Практические задания». В Республике Беларусь и странах СНГ подобные учебные пособия не издавались для данной категории студентов (данный факультет имеется только в нашем вузе), а имеющиеся не отражали специфику и особенность изложения ряда разделов дисциплины. В частности, большинство пособий к лабораторным занятиям по курсу нормальной физиологии были рассчитаны на учебную программу лечебного, педиатрического факультетов и не позволяли более детально и глубоко изучать нервную регуляцию организма человека. В этих пособиях недостаточно лабораторных работ по изучению особенностей функционирования вегетативной нервной системы, ограничено число работ по физиологии сенсорных систем и высшей нервной деятельности. Учитывая данное обстоятельство, практикум состоит из профильных разделов: общая физиология центральной нервной системы, частная физиология центральной нервной системы, физиология вегетативной нервной системы, сенсорных систем и высшей нервной деятельности. Каждый раздел содержит контрольные вопросы и ситуационные задачи, содействующие подготовке по изучаемому материалу, предусматривает проведение исследований на человеке, что позволит студентам лучше освоить клинические методы, что особенно важно в подготовке будущего врача. Часть работ может быть выполнена с помощью специальных компьютерных программ, являющихся альтернативой опытов на животных, что обеспечивает гуманизацию учебного процесса. Пособие снабжено большим количеством рисунков, таблиц, схем, что облегчает усвоение излагаемого материала, содержащиеся в руководстве работы описаны по единой схеме.

На кафедре издаётся литература не только на русском, но и на английском языке для факультета иностранных учащихся. В 2020 году для данного факультета издан учебник “Normal physiology: textbook for International Students of Higher Education Institutions on Specialty "General Medicine" (in English)”. Также на английском языке в 2022 году издано учебное пособие для иностранных студентов с грифом МО РБ «Практикум по нормальной физиологии = Practical Workbook of Normal Physiology».

Таким образом, вся литература, издаваемая на нашей кафедре специализирована и подготовлена в соответствии с действующими типовыми программами по дисциплине «Нормальная физиология», утвержденными МЗ РБ для различных факультетов. В ней учтены особенности преподавания дисциплины и углубленно излагаются все разделы дисциплины. Кроме того, многие издания рассчитаны в значительной степени на самостоятельное

освоение предмета, особенно студентами-заочниками медико-диагностического факультета, поэтому в них излагается не только теоретический материал, но и тестовые вопросы, ситуационные оригинальные задачи для более глубокого закрепления усвояемого материала, методика проведения лабораторных работ, что обеспечивает возможность самоконтроля подготовки учащихся, а также позволяет освоить методы клинических исследований.

Многие пособия предполагают широкое использование интернет-технологий при овладении предметом, а именно, проведение тестирования через университетскую web-страницу, просмотр тематических видеофильмов, выполнение лабораторных работ, которые находятся в свободном доступе. Также даются ссылки на использование программ, предоставленных InterNICH, анимационных программ различных учебных заведений: University of Strathclyde, North Carolina State University, Белостокской медицинской академии.

Важное внимание уделяется этическим аспектам преподавания физиологической дисциплины. Во всех изданных практикумах предполагается проводить виртуальные физиологические эксперименты по большинству разделов физиологии, выдерживается оптимальное соотношение между традиционными классическими приёмами и современными технологиями обучения, гуманизация процесса преподавания, что особенно важно в подготовке будущего врача. Все лабораторные работы с участием экспериментальных животных и добровольцев согласовываются с комитетом по биомедицинской этике.

На основе активной издательской деятельности сотрудниками кафедры нормальной физиологии нашего университета были созданы учебно-методические комплексы для всех факультетов, так как отдельные пособия издавались для различных факультетов с учётом специфики преподавания по определённым специальностям. Учебно-методические комплексы, учебники и пособия представляют несомненный интерес для студентов, так как будут способствовать усвоению такой сложной дисциплины, как нормальная физиология, а также обеспечат выработку умений для систематизации изученного учебного материала, и, в последующем, актуализации знаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук, В. В. Грани международного сотрудничества кафедры нормальной физиологии / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, Ю. М. Емельянчик // Медицинский университет: современные взгляды и новые подходы : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 65-летию ГрГМУ, Гродно, 28-29 сент. 2023 г. – Минск, 2023. – С.182-183.

2. Издательская деятельность кафедры нормальной физиологии / Ю. М. Емельянчик, В. В. Зинчук, О. А. Балбатун [и др.] // Актуальные вопросы физиологии : сборник материалов научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры нормальной физиологии ГрГМУ, Гродно, 23 мая 2019 г. / Гродненский государственный медицинский университет ; редкол.: В. А. Снежицкий, С. Б. Вольф, В. В. Зинчук (отв. ред.). – Гродно, 2019. – С. 10-12. – 1 CD-ROM.

3. Инновационные технологические подходы преподавания физиологии / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, Ю. М. Емельянчик, Е. С. Билецкая // Сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию со дня рождения профессора Борисюка Михаила Владимировича, 17 февраля 2022 г. / Гродненский государственный медицинский университет ; редкол.: В. В. Воробьев (отв. ред.), В. В. Зинчук, В. Н. Хильманович. – Гродно, 2022. – С. 99-102. – 1 CD-ROM.

ВЛИЯНИЕ ХРОНОТИПА НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Жданович Л. Э., Дун Кунь, Орехов С. Д., Балбатун О. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Вследствие того, что хронотип определяется большой группой генов (PER1, PER2, ARNTL (BMAL1), ARNTL2 (BMAL2), CRY1, CRY2, CK1 и др.), следует ожидать наличия многочисленных связей с другими нейрофизиологическими параметрами (физической активностью, эмоциональными реакциями, сенсорными предпочтениями и т. д.) [1, 2]. Особый интерес представляет изучение влияния хронотипа на сердечно-сосудистую систему у студентов вузов. Обучение в медицинском вузе сопряжено с интенсивными адаптационными процессами, способными вызвать нежелательные изменения в функционировании сердца и кровеносных сосудов [3]. Актуальность исследования также обусловлена широкой распространенностью кардиоваскулярных заболеваний, занимающих первое место в структуре мировой смертности [4, с. 2]. Актуальность изучения влияния хронотипа на артериальное давление и вегетативную регуляцию сердечно-сосудистой системы у студентов обусловлена также отсутствием общепринятых представлений о роли циркадианных ритмов в регуляции работы сердца, тонуса сосудов и состояния вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Цель. Изучить различия гемодинамических параметров и тонуса вегетативной нервной системы у белорусских и иностранных студентов второго курса Гродненского государственного медицинского университета с различными хронотипами.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 228 студентов второго курса ГрГМУ (169 девушек и 59 юношей) в возрасте от 17 до 24 лет.

Группу белорусских студентов составили 127 человек (107 девушек и 20 юношей). Группа иностранных студентов насчитывала 101 человека (62 девушки и 39 юношей). В число иностранных студентов входили представители Шри-Ланки, Индии, Нигерии и Мальдивских островов. Учитывали количественные антропометрические показатели каждого участника. Хронотип оценивался с помощью опросника Хорна-Остберга для определения склонности к утренней или вечерней активности. Для выявления циркадных ритмов у иностранных студентов использовался классический вариант опросника Хорна-Остберга (1976 г.), состоящий из 19 вопросов на английском языке. При обследовании белорусских студентов применялся аналогичный тест из 19 вопросов в модификации С. И. Степановой (1986 г.), прошедший стандартизацию и валидацию на русскоязычной выборке. Определяли ЧСС, систолическое, диастолическое артериальное давление и рассчитывали вегетативный индекс И. Кердо (ВИК). Все измерения проводили в утренние часы (с 8:00 до 10:00). Выбор утреннего времени и проведение измерений натощак позволили стандартизировать процедуру. Результаты обрабатывались при помощи программы STATISTICA. Использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (r) и U-критерий Манна-Уитни. Результаты представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей: Mdn (P25‰-75‰).

Результаты и их обсуждение. Распределение хронотипов среди иностранных студентов статистически значимо отличалось от такового у белорусских студентов. В группе иностранных студентов было больше лиц с утренним типом – 18% (n=18) ($p>0,05$), значительно меньше – с вечерним (25%, n=25; $p<0,001$) и больше – с аритмичным типом (57%, n=58; $p<0,05$). Следует отметить, что среди иностранных студентов доля лиц с вечерним хронотипом была на 61% ниже ($p=0,006$). Возможным объяснением этих различий может служить тот факт, что население стран с жарким климатом, как правило, более активно в первой половине дня. Важность географического положения и климата в распределении хронотипов отмечается и другими исследователями [5, с. 99].

У белорусских студентов утреннего типа в 08:00–10:00 диастолическое давление: 70 [60-76] мм рт. ст. и ВИК: 10,8 [5,41-27,66] достоверно отличались по сравнению с вечерним типом: 80 [70-80] мм рт. ст., $p=0,032$ и -2,56 [-13,3-11,98], $p=0,004$, соответственно. У иностранных студентов в утренние часы отмечалась аналогичная тенденция с несколько меньшей амплитудой колебаний. ЧСС в покое у иностранных студентов была ниже: 72 (68-79) по сравнению с белорусскими студентами: 77 (72-84), $p<0,05$. У белорусских студентов утреннего типа ЧСС: 80 [74-88] была выше, чем в группе вечернего типа: 75 [70-80], $p<0,05$. Значимые различия по показателю ЧСС были выявлены между группами утреннего типа у белорусских: 80 [74-88] и иностранных студентов: 72 [68-78], $p=0,029$.

В обеих сравниваемых группах по показателю ВИК преобладали нормотоники. У белорусских студентов значение ВИК составило 4,76

(-6,67-12,5), у иностранных студентов – 0 (-7,69-11,39). Для русскоязычных студентов утреннего типа было характерно повышение тонуса симпатического отдела и положительные значения ВИК: 10,8 (5,41-27,66), p=0,008. Вечерний хронотип как у иностранных, так и у белорусских студентов ассоциировался с повышением тонуса парасимпатического отдела и отрицательными значениями ВИК.

У белорусских юношей аритмичного типа ЧСС была существенно выше: 86 (66-90) по сравнению с аналогичной группой иностранных юношей: 72 (70-82), p<0,01. У белорусских студенток утреннего типа ЧСС была выше: 80 (74-88) по сравнению с представительницами аритмичного (78 [72-84]) и вечернего (75 [70-80]) типов. Медиана индекса ВИК у белорусских девушек утреннего типа составляла 12,50 (6,67-27,66), аритмичного типа – 3,47 (-2,56–12,50) (p<0,01), вечернего типа – 3,85 (-8,11–19,54) (p<0,01). У белорусских девушек утреннего типа не было выявлено лиц с ваготонией (0%), тогда как в группе аритмичного типа их доля составила 10%, а вечернего – 23%. Медиана диастолического давления у иностранных девушек вечернего хронотипа: 70 (67-77) мм рт. ст. значимо отличалось от показателей группы аритмичного типа: 72,5 (70-80), (p=0,048). Среди иностранных девушек утреннего типа ваготоники составляли 15%, а в группе аритмичного типа – лишь 3% (p<0,05). Систолическое давление у иностранных юношей аритмичного типа: 122 [120-125 мм рт. ст. значимо отличалось от показателей студентов вечернего типа: 125 [125-134] мм рт. ст., p=0,031.

Выводы. Проведенное исследование подтверждает влияние среднесуточной температуры в месте постоянного проживания на формирование циркадных ритмов. У иностранных студентов второго курса медицинского университета наблюдался выраженный сдвиг в сторону утреннего и аритмичного типов. В утренние часы у белорусских и иностранных студентов утреннего хронотипа наблюдаются более высокие значения ЧСС и ВИК по сравнению с вечерним типом. У представителей утреннего типа отмечается более выраженная реакция активации в утренние часы, тогда как у вечернего типа в начале учебного дня выявляются признаки нарушения регуляции сердечно-сосудистой системы (повышение систолического и диастолического давления на фоне снижения ЧСС и ваготонической реакции). Выявлены статистически значимые гендерные и этнические различия показателей сердечно-сосудистой системы и вегетативного тонуса у студентов второго курса с разными хронотипами. Полученные экспериментальные данные позволяют более эффективно проводить профилактику заболеваний системы кровообращения у студентов с различными хронотипами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырянов, Е. Ю. Биологическое время / Е. Ю. Зырянов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2022. – Т. 3. – С. 868-869.

2. Genetics of circadian rhythms and sleep in human health and disease / J. M. Lane, J. Qian, E. Mignot [et al.] // Nat Rev Genet. –2023. – Vol. 24, № 1. – P. 4-20.

3. Путилин, Л. В. Динамика электрокардиограммы студентов во время обучения на старших курсах медицинского института может отражать напряженность адаптации / Л. В. Путилин, П. Ю. Прохоров // Российский кардиологический журнал. – 2022. – Том. 27, № 5S. – С. 50-51.

4. Grosdani, S. Phase I clinical trials for cardiovascular diseases in Europe: analysis of trends, distribution, and regulatory context / S. Grosdani, A. Bertolani, G. Reggiardo // Front. Pharmacol. – 2026. – Vol. 17. – P. 1-8.

5. Sultana, R. Understanding the Human Chronotype Research / R. Sultana // Annual Research & Review in Biology. – 2024. – Vol. 39, № 9. – P. 99-108.

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАДИРОВАНИЯ ГЛАУКОМЫ: ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Калиниченко А. В., Качан Т. В.

Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь

Введение. Первичная открытоугольная глаукома (ПОУГ) – хроническое нейродегенеративное заболевание, в основе которого лежит прогрессирующая гибель ганглиозных клеток сетчатки. Ключевым патогенетическим механизмом считается аксонопатия, развивающаяся вследствие комплекса факторов: механического (повышение внутриглазного давления с деформацией решётчатой пластинки склеры), сосудистого (ишемия в зоне диска зрительного нерва) и нейровоспалительного (активация микроглии, окислительный стресс, глутаматная эксайтотоксичность) [1, 2]. Важно отметить, что патофизиологические изменения опережают клинические проявления: снижение аксоплазматического транспорта, ретроградная дегенерация нейронов и ремоделирование внеклеточного матрикса происходят задолго до появления дефектов поля зрения, что обусловливает необходимость точного стадирования. Однако традиционный подход субъективен: межэкспертное согласие при оценке диска зрительного нерва варьируется от умеренного до низкого (к = 0,34-0,68) [3], а в вопросах направления к специалисту эксперты сходятся лишь в 60% случаев [4]. Учитывая патофизиологическую гетерогенность заболевания и субъективность интерпретации, актуальна разработка объективных автоматизированных инструментов, способных интегрировать мультимодальные данные для точного стадирования [5].

Цель. Обосновать применение методов машинного обучения для классификации стадий ПОУГ на основе патофизиологически значимых параметров и описать методологию построения модели.

Методы исследования. Проведён ретроспективный анализ клинических данных 63 глаз 46 пациентов с верифицированным диагнозом ПОУГ, наблюдавшихся в УЗ «3-я городская клиническая больница имени Е. В. Клумова». Критерии включения: наличие полного обследования (анамнестические данные, тонометрия, периметрия, ОКТ), качество томограмм с силой сигнала ≥30 ед. Критерии исключения: диабетическая ретинопатия, возрастная макулярная дегенерация, миопия и гиперметропия высокой степени. Распределение по стадиям (классификация А.П. Нестерова): I стадия – 33 глаза, II – 19, III – 11. Исходная база данных содержала 49 переменных, после предобработки – 53 числовых признака (демографические, тонометрические, периметрические, ОКТ-параметры). Пропуски замещены средними значениями, категориальные признаки закодированы, численные переменные стандартизированы. Статистический анализ включал тест Шапиро-Уилка, критерий Краскела-Уоллиса и корреляционный анализ Пирсона. Данные были разделены на обучающую (80%, n=50) и тестовую (20%, n=13) выборки. Для классификации использованы четыре алгоритма: логистическая регрессия, SVM с RBF-ядром, XGBoost и Random Forest. Для Random Forest проведён подбор гиперпараметров методом GridSearchCV с отбором оптимальных значений: n_estimators=100, max_depth=10, min_samples_split=10, min_samples_leaf=1. Вычисления выполнены в среде Python с использованием библиотек pandas, scikit-learn, xgboost, matplotlib и seaborn.

Результаты и их обсуждение. Корреляционный анализ выявил наибольшую связь со стадией заболевания для среднего отклонения (MD, r=0,82), секторальных периметрических порогов (r=0,65-0,78), а также ОКТ-параметров в нижних и темпоральных секторах (r=0,63-0,70). С патофизиологической точки зрения это объясняется селективной уязвимостью аксонов в нижне-височном секторе диска зрительного нерва, где решётчатая пластинка имеет наименьшие размеры пор и наибольшее механическое напряжение при повышении ВГД. Именно здесь первично нарушается аксоплазматический транспорт, запускается каскад глутамат-опосредованной эксайтотоксичности и окислительного стресса, что клинически манифестирует как истончение RNFL в темпорально-нижнем секторе и снижение GCL в нижнем секторе. Периметрические изменения (MD, PSD) отражают вторичную дисфункцию нейронов более высокого порядка – нарушение кортикальной обработки сигналов. Таким образом, выбранные признаки отражают последовательные этапы патогенеза: от локального аксонального повреждения до генерализованной дисфункции зрительного анализатора.

Точность всех моделей на тестовой выборке составила от 84,6% до 92,3%. Наилучший результат показал Random Forest с оптимизированными гиперпараметрами (кросс-валидационная точность – 82,0%±6,7%). Матрица ошибок продемонстрировала высокую специфичность: все 7 глаз с I стадией классифицированы верно, 3 из 4 глаз со II стадией – верно, оба глаза с

III стадией распознаны безошибочно. Оценка важности признаков показала, что наибольшее влияние на решение модели оказывают MD, возраст, PSD, толщина RNFL в темпорально-нижнем секторе, толщина GCL в нижнем секторе, а также секторальные периметрические пороги. Выявленные закономерности полностью соответствуют известным патофизиологическим механизмам глаукомы – первичному поражению аксонов в нижнем и темпоральном секторах с последующими характерными периметрическими изменениями. Важно отметить, что модель выделяет как ранние структурные изменения (истончение RNFL и GCL), так и функциональные нарушения (MD, PSD, пороги), что отражает неразрывность патофизиологических процессов.

На основе шести наиболее значимых признаков (MD, возраст, PSD, sup 90°, толщина RNFL в темпорально-нижнем секторе, толщина GCL в нижнем секторе; рис. 1) обучена упрощённая модель Random Forest. Точность упрощённой модели составила 92,3%, что не уступает полной модели. С патофизиологической точки зрения, эти шесть параметров отражают все ключевые этапы глаукоматозной оптикопатии: механический фактор (RNFL), нейрональную дегенерацию (GCL), функциональные нарушения (MD, PSD, пороги) и возрастной фактор как показатель кумулятивного риска.

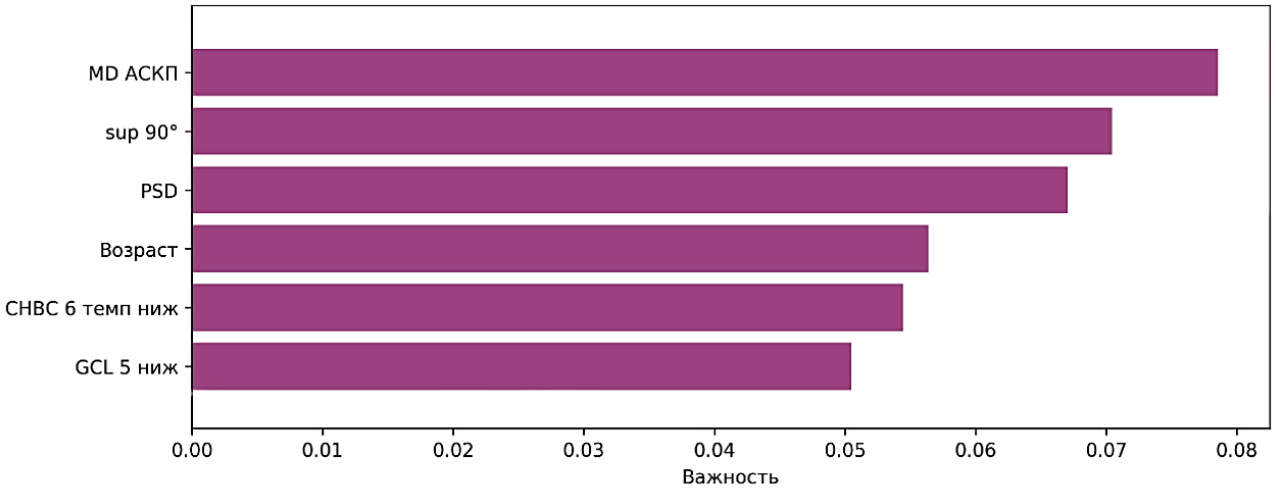


Рисунок 1 – Шесть наиболее значимых признаков для стадирования ПОУГ

Выводы. Разработанная модель Random Forest на основе шести патофизиологически обоснованных признаков достигла точности 92,3% при стадировании ПОУГ. Данный подход позволяет объективизировать оценку стадии заболевания, минимизировать влияние субъективного фактора и может быть рекомендован для создания клинического калькулятора. Предложенная методология создаёт основу для последующего моделирования и разработки клинически применимого инструмента поддержки принятия решений, интегрирующего патофизиологические и клинические данные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tezel, G. Multifactorial pathogenic processes of retinal ganglion cell degeneration in glaucoma towards multi-target strategies for broader treatment effects / G. Tezel // Cells. – 2021. – Vol. 10, № 6. – Art. 1372.
2. Venkatesan, A. Protein misfolding and mitochondrial dysfunction in glaucoma / A. Venkatesan, A. M. Bernstein // Front Cell Dev Biol. – 2025. – Vol. 13. – Art. 1595121.
3. Clinical agreement among glaucoma experts in the detection of glaucomatous changes of the optic disk using simultaneous stereoscopic photographs / A. Azuara-Blanco, L. J. Katz, G. L. Spaeth [et al.] // Am J. Ophthalmol. – 2003. – Vol. 136, № 5. – P. 949-950.
4. Stroka, M. Optical Coherence Tomography Reading Centers Determine Glaucoma Referability / M. Stroka // Optometry Advisor. – 2022. – Vol. 2022. – Art. 15.
5. Artificial intelligence in the prediction of glaucoma development and progression: A systematic review / W. Y. L. Yang, H. J. Wong, C. E. Fu [et al.] // Surv Ophthalmol. – 2026. – Vol. 71, № 1. – P. 235-247.

ВЛИЯНИЕ 72-ЧАСОВОГО РАЗНОУРОВНЕВОГО ОБТУРАЦИОННОГО ХОЛЕСТАЗА НА СЕКРЕЦИЮ КИСЛЫХ МУКОПОЛИСАХАРИДОВ БОКАЛОВИДНЫМИ КЛЕТКАМИ ВОРСИН И КРИПТ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫС

Кизюкевич Л. С., Копыцкий А. В., Андреев В. П. Дричиц О. А., Амбрушкевич Ю. Г., Левэ О. И., Кизюкевич И. Л., Жук А. А., Демко В. А., Шидловский А. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Муцинам, секретируемым бокаловидными клетками ворсин и крипт слизистой оболочки кишечника, принадлежит важнейшая роль в обеспечении резистентности интестинального барьера, причем тип муцина специфичен и определяется характером клеточного фенотипа эпителия кишечника [1], а изменение секреции того или другого типа муцина является ведущим фактором в развитии патологии [2].

Цель. Изучить влияние 72-часового разноуровневого экспериментального обтурационного холестаза на секрецию сиаломуцинов бокаловидными клетками слизистой оболочки 12-перстной кишки крыс.

Методы исследования. Исследование проведено в соответствии с принципами биоэтики и требованиями Директивы Европейского Парламента и Совета ЕС № 2010/63/EU от 22.09.2010 о защите животных, использующихся для научных целей [3]. Особенности топографо-анатомических взаимоотношений у крыс общего желчного протока (ОЖП) и панкреатических протоков позволили создать инновационные модели разноуровневого

обтурационного холестаза. Задействованных в эксперименте 37 крыс-самцов массой 250±50 гр. разделили на четыре группы. У опытных животных 1-й (n=10), 2-й (n=10) и 3-й (n=7) групп под эфирным наркозом производили послойный разрез передней брюшной стенки по белой линии живота, извлекали брыжейку 12-перстной кишки и обтурационный подпеченочный холестаз, продолжительностью 72 часа моделировали, соответственно, путем перевязки и последующего пересечения ОЖП между двумя шелковыми лигатурами в области впадения в последний долевых печеночных протоков, что приводит к полному нарушению оттока в тонкий кишечник только желчи, в средней трети – что приводит к полному нарушению оттока желчи с частичным нарушением оттока панкреатического сока и в дистальной (супрадуоденальной) его части – области впадения последнего в двенадцатиперстную кишку, что сопровождается полным нарушением оттока в тонкий кишечник как желчи, так и поджелудочного сока и, как следствие, развитием сопутствующего панкреатита (Патент №5398) [4]. Для исключения влияния операционного стресса на развитие структурно-функциональных нарушений со стороны внутренних органов ставился адекватный контроль (4 группа n=10) – производилась ложная операция, когда ОЖП оставался интактным. Всех оперированных животных содержали в индивидуальных клетках в стандартных условиях вивария при естественном световом режиме и свободном доступе к воде и пище. В конце опытного срока животных выводили из эксперимента декапитацией под эфирным наркозом. Кусочки ткани 12-перстной кишки фиксировали в жидкости Карнуа и заливали в парафин. В изготовленных парафиновых срезах толщиной 10 мкм при окраске по S. Spicer с использованием альцианового синего при pH 2.5 изучали содержание сиаломуцинов [5]. Уровень интенсивности продуктов оценивали по степени пропускания света с помощью компьютерной программы анализа изображений «Bioscan NT» 2.0 (Беларусь-США) и выражали в единицах оптической плотности (ед.о.п. $x10^3$). Статистическую обработку результатов экспериментальных исследований проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0 для Windows (“StatSoft. Inc”). Количественные данные представлены в виде M-среднего значения, m-ошибки среднего для нормального распределения переменных (M±m). Для всех проведенных измерений различия между контрольной и опытной группами считались достоверными при двустороннем уровне значимости $p<0,05$, когда вероятность различий была больше или равна 95%.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что изменение содержания сиаломуцинов в слизеобразующих клетках эпителия ворсин 12-перстной кишки крыс через 72 часа холестаза разнонаправлено и имеет выраженный очаговый характер. При этом в условиях подпеченочного холестаза их содержание относительно контроля несколько возрастает (на 11,9%; $p<0,5$), тогда как при срединном и супрадуоденальном холестазе, когда

вовлекается в процесс протоковая система поджелудочной железы, наоборот уменьшается (на 14,9%; $p<0,5$ и на 23,8%; $p<0,05$ соответственно) (рис. 1).

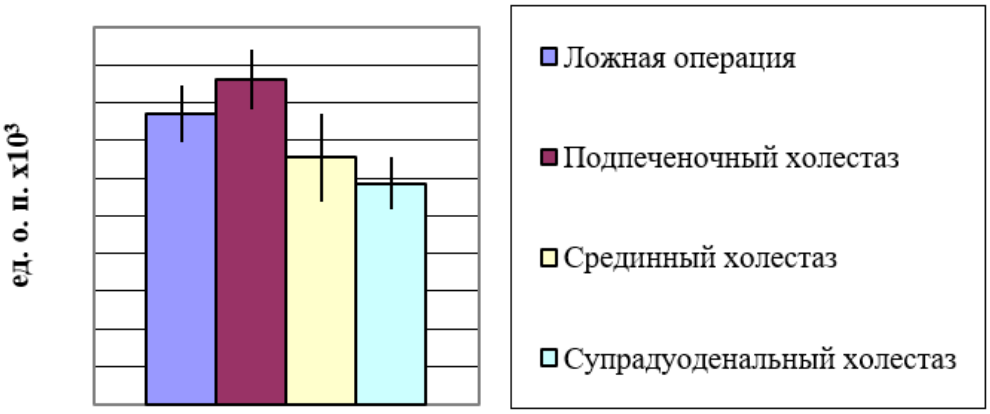


Рисунок 1 – Содержание сиаломуцинов в бокаловидных клетках ворсин 12-перстной кишки крыс через 72 часа обтурационного холестаза

В бокаловидных клетках верхней части крипт содержание сиаломуцинов возрастает как при подпеченочном (на 12,7%; $p<0,5$), так и при срединном холестазе, причем при срединном более значительно (на 16,7%; $p<0,05$), тогда как в условиях супрадуоденального холестаза – наоборот, резко снижается (на 32,4%; $p<0,001$). Совсем другая картина в изучаемом отделе кишечника наблюдается в бокаловидных клетках донных отделах крипт – независимо от места перевязки ОЖП наблюдается значительное увеличение их содержания: на 30,9% ($p<0,001$), 26,5% ($p<0,01$) и 24,9% ($p<0,01$) при подпеченочном, срединном и супрадуоденальном холестазе соответственно (рис. 2).

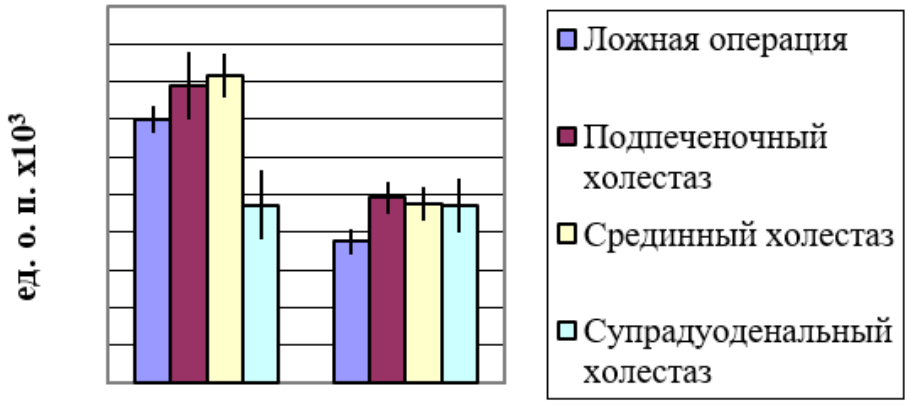


Рисунок 2 – Содержание сиаломуцинов в бокаловидных клетках крипт 12-перстной кишки крыс через 72 часа обтурационного холестаза

Выводы. Таким образом, через 72 часа от начала моделирования разноуровневого обтурационного холестаза в различных участках эпителиальной выстилки ворсин и крипт 12-перстной наблюдаются

разнонаправленные изменения секреторной активности бокаловидных клеток, что, по нашему мнению, связано с изменением баланса сил агрессии (пищеварительные ферменты, гипоксия ткани, патогенная микрофлора) и факторов защиты, важнейшими из которых являются эпителиальные муцины, что совпадает со взглядами на происходящие процессы в условиях патологии пищеварительного тракта других исследователей [6-8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Mucin gene expression in intestinal epithelial cells in Crohn's disease / M. R. Buisine, P. Desreumaux, E. Leteurtre [et al.] // Gut. – 2001. – Vol. 49, № 4. – P. 544-551.
2. Могильная, Г. М. Гастроинтестинальный защитный барьер / Г. М. Могильная, В. Л. Могильная // Морфология. – 2007. – Т. 132, № 6. – С. 9-16.
3. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes: text with EEA relevance 20.10.2010. – URL: https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur98296.pdf (date of access: 24.08.2026).
4. Кизюкевич, Л. С. Реактивные изменения в почках при экспериментальном холестазе : монография / Л. С. Кизюкевич. – Гродно : ГрГМУ, 2005. – 239 с.
5. Пирс, Э. Гистохимия : теоретическая и прикладная / Э. Пирс. – М. : Изд-во иностр. литературы, 1962. – 962 с.
6. Allen, A. Mucus glycoproteins of the normal gastrointestinal tract / A. Allen, J. Pearson // Eur J Gastroenterol Hepatol. – 1993. – Vol. 5, № 4. – P. 193-199.
7. Gum, J. Human mucin glycoproteins: varied structures predict diverse properties and specific functions / J. Gum // Biochem Soc Trans. – 1995. – Vol. 23, № 4. – P. 795-799.
8. Johanson, M. Acid transport through channels in the mucin ager of rat stomach / M. Johanson, J. Synnerstad, L. Holm // Gastroenterology. – 2000. – Vol. 119, № 5. – P. 1297-1304.

ВЛИЯНИЕ 72-ЧАСОВОГО РАЗНОУРОВНЕВОГО ОБТУРАЦИОННОГО ХОЛЕСТАЗА НА СЕКРЕЦИЮ НЕЙТРАЛЬНЫХ МУКОПОЛИСАХАРИДОВ БОКАЛОВИДНЫМИ КЛЕТКАМИ ВОРСИН И КРИПТ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫС

Кизюкевич Л. С., Копыцкий А. В., Андреев В. П. Дричиц О. А., Амбрушкевич Ю. Г., Левэ О. И., Кизюкевич И. Л., Демко В. А., Жук А. А., Шидловский А. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Пристальное внимание многочисленных исследователей привлекает к себе защитная функция интестинального барьера, обеспечивающаяся пептидами и муцинами, секретируемыми эпителиоцитами кишечника в процессах стабилизации слизистого защитного слоя, формируемого пищеварительным трактом [1-2].

Цель. Изучить влияние 72-часового разноуровневого экспериментального обтурационного холестаза на секрецию нейтральных мукополисахаридов бокаловидными клетками ворсин и крипт слизистой оболочки 12-перстной кишки крыс.

Методы исследования. Исследование проведено в соответствии с принципами биоэтики и требованиями Директивы Европейского Парламента и Совета ЕС № 2010/63/EU от 22.09.2010 о защите животных, использующихся для научных целей [3]. Особенности топографо-анатомических взаимоотношений у крыс общего желчного протока (ОЖП) и панкреатических протоков позволили создать инновационные, адаптированные на данном виде животных модели разноуровневого обтурационного холестаза. Задействованных в эксперименте 37 крыс-самцов массой 250±50 гр. разделили на четыре группы. У опытных животных 1-й (n=10), 2-й (n=10) и 3-й (n=7) групп под эфирным наркозом производили послойный разрез передней брюшной стенки по белой линии живота, извлекали брыжейку 12-перстной кишки и обтурационный подпеченочный холестаз, продолжительностью 72 часа моделировали, соответственно, путем перевязки и последующего пересечения ОЖП между двумя шелковыми лигатурами в проксимальной его части, области впадения в последний долевых печеночных протоков, что приводит к полному нарушению оттока в тонкий кишечник только желчи и не влечет за собой нарушений внешнесекреторной функции поджелудочной железы, в средней трети – что приводит к полному нарушению оттока желчи с частичным нарушением оттока панкреатического сока и в дистальной (супрадуоденальной) его части – области впадения последнего в двенадцатиперстную кишку, что сопровождается полным нарушением оттока в тонкий кишечник как желчи, так и поджелудочного сока и, как следствие, развитием сопутствующего панкреатита (Патент №5398) [4]. При этом решается важная задача экспериментальной медицины – создание на животных моделей различных патологических состояний человека. Для исключения влияния операционного стресса на развитие структурно-функциональных нарушений со стороны внутренних органов ставился адекватный контроль (4 группа n=10) – производилась ложная операция, когда ОЖП оставался интактным. Всех оперированных животных содержали в индивидуальных клетках в стандартных условиях вивария при естественном световом режиме и свободном доступе к воде и пище. В конце опытного срока животных выводили из эксперимента декапитацией под эфирным наркозом. Кусочки ткани 12-перстной кишки фиксировали в жидкости Карнуа и заливали в парафин. В изготовленных парафиновых срезах толщиной 10 мкм при окраске по А. Шабадашу определяли содержание нейтральных мукополисахаридов [5]. Уровень интенсивности продуктов реакции в бокаловидных клетках ворсин и крипт 12-перстной кишки оценивали по степени пропускания света с помощью компьютерной программы анализа изображений «Bioscan NT» 2.0 (Беларусь-

США) при увеличении объектива микроскопа х40 и видеокамеры х7 и выражали в единицах оптической плотности (ед.о.п. $x10^3$).

Статистическую обработку результатов экспериментальных исследований проводили с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0 для Windows (“StatSoft. Inc”). Количественные данные представлены в виде M-среднего значения, m-ошибки среднего для нормального распределения переменных (M±m). Для всех проведенных измерений различия между контрольной и опытной группами считались достоверными при двустороннем уровне значимости $p < 0,05$, когда вероятность различий была больше или равна 95%.

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что по сравнению с контролем в бокаловидных клетках ворсин слизистой оболочки 12-перстной кишки возрастает содержание нейтральных мукополисахаридов при подпеченочном и срединном холестазе, причем более существенно при подпеченочном – на 24,4% ($p<0,05$) и 15,7% ($p<0,5$) соответственно, тогда как при супрадуоденальном холестазе в изучаемых структурах наблюдается тенденция к снижению их содержания (на 12,8%; $p<0,5$).

Аналогичная тенденция в изменении содержания нейтральных мукополисахаридов при различных подходах к моделированию обтурационного холестаза наблюдается и в эпителии крипт изучаемого отдела кишечника. Так, при подпеченочном и срединном холестазе их содержание увеличивается: в верхней части крипт на 18,1% ($p<0,5$) и 15,7% ($p<0,5$), а в области дна крипт – на 28,6% ($p<0,5$) и 21,0% ($p<0,5$) соответственно. При супрадуоденальном холестазе в верхней и донной частях крипт, наоборот, отмечается тенденция к угнетению секреции нейтральных мукополисахаридов и уменьшению их содержания на 21,8% ($p<0,5$) и 20,2% ($p<0,5$) соответственно (рис. 1).

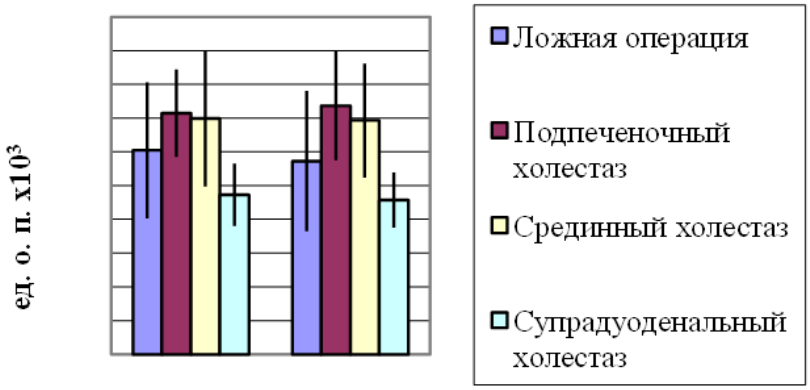


Рисунок 1 – Содержание нейтральных мукополисахаридов в бокаловидных клетках крипт 12-перстной кишки крыс через 72 часа обтурационного холестаза

Выводы. Таким образом, разноуровневая перевязка ОЖП уже через 72 часа от начала прекращения поступления желчи и панкреатического сока

в просвет 12-перстной кишки сопровождается незначительным, но разнонаправленным изменением содержания нейтральных мукополисахаридов в бокаловидных клетках ворсин и крипт слизистой оболочки данного отдела кишечника, что, на наш взгляд, связано с нарушением нормального функционирования интестинального защитного барьера и попыткой защиты слизистой оболочки 12-перстной кишки от факторов агрессии (патогенная микрофлора, пищеварительные ферменты), концентрирующихся и активизирующихся в полости кишки в связи с отсутствием в ней компонентов желчи и панкреатического сока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Schmid, R. NF-KB/Ree/LKB: Implications in gastrointestinal diseases / R. Schmid, G. Ader // Gastroenterology. – 2000. – Vol. 118, № 6. – P. 1208-1228. – doi: 10.1016/S0016-5085(00)70374-X.

2. Thim, L. Effect of trefoil factors on the viscoelastic properties of mucus gels / L. Thim, F. Madsen, S. S. Poulsen // Eur J Clin Invest. – 2002. – Vol. 32, № 7. – P. 519-527.

3. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes: text with EEA relevance 20.10.2010. – URL: https://faolex.fao.org/docs/pdf/eur98296.pdf (date of access: 24.08.2026).

4. Кизюкевич, Л. С. Реактивные изменения в почках при экспериментальном холестазе : монография / Л. С. Кизюкевич. – Гродно : ГрГМУ, 2005. – 239 с.

5. Пирс, Э. Гистохимия : теоретическая и прикладная / Э. Пирс. – М. : Изд-во иностр. литературы, 1962. – 962 с.

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА АЗОТА И МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА АКТИВНОСТЬ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ И КАТАЛАЗЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ И В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Князева Е. А.[1], Дерюгина А. В.[1], Трофимов Р. Д.[2], Пичугин В. В.[2]

[1]Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского
[2]Научно-исследовательский институт – специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б. А. Королёва
Нижний Новгород, Россия

Введение. Операции на открытом сердце с искусственным кровообращением неизбежно сопровождаются оксидативным стрессом, индуцированным ишемией-реперфузией [1]. Ключевым повреждающим звеном выступает активация перекисного окисления липидов (ПОЛ), ведущая к дестабилизации мембран и клеточной гибели. Окислительный стресс сопровождается гиперпродукцией токсических продуктов ПОЛ, снижением

антиоксидантов, развитием лактат-ацидоза и нарушением баланса про- и противовоспалительных медиаторов. Одним из подходов к защите клеток, может быть, выбор антиоксидантных соединений [2].

В последние годы значительный интерес в качестве потенциальных протекторных агентов привлекают молекулярный водород (H_2) и оксид азота (NO), демонстрирующие в экспериментальных работах способность модулировать окислительно-восстановительный гомеостаз и воспалительный ответ [3].

Цель. Исследовать влияние экстракорпорального применения H_2, NO, их сочетания на процессы перекисного окисления липидов и активность каталазы в плазме крови у кардиохирургических пациентов в условиях операций на сердце при искусственном кровообращении и в раннем послеоперационном периоде.

Методы исследования. В исследование включены 40 пациентов с клапанным поражением сердца и сочетанной патологией. Все пациенты прооперированы в ГБУЗ НО «Научно-исследовательский институт – Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б.А. Королева (НИИ СККБ)».

Пациенты были рандомизированы на четыре группы по 10 человек в каждой. 1-я группа (контроль) – пациенты, которым был применен стандартный протокол анестезии, ИК; 2-я группа (NO) – пациенты с экстракорпоральной подачей оксида азота (40 ppm) в оксигенатор аппарата искусственного кровообращения (АИК) во время ИК; 3-я группа (H_2) – пациенты с экстракорпоральной подачей H_2 (1,2 ppm) в оксигенатор АИК во время ИК; 4-я группа ($NO+H_2$) – пациенты с комбинированной подачей исследуемых газов в оксигенатор АИК во время ИК.

После окончания операции и перевода пациента в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) в течение трех суток проводили ежедневные 40-минутные ингаляции NO, H_2 или комбинацией данных газов. При проведении искусственной вентиляции легких (ИВЛ) подавали газы в линию вдоха аппарата ИВЛ, при самостоятельном дыхании – через лицевую маску в потоке свежего кислорода (5 л/мин).

Интенсивность перекисного окисления липидов определяли по содержанию диеновых конъюгатов (ДК), триеновых конъюгатов (ТК) и оснований Шиффа (ОШ) в плазме крови по методу Волчегорского И. А. и соавт. (1989). Статус антиоксидантной системы оценивали по активности каталазы в плазме крови по методу Королюка М. А. и соавт. (1988).

Результаты и их обсуждение. Проведение операции у пациентов контрольной группы определило повышение активности каталазы в плазме крови в течение ИК и снижение к концу операции. При применении исследуемых газов, особенно H_2 и $NO+H_2$, антиоксидантная защита характеризовалась позитивными адаптационными изменениями, о чем свидетельствует повышение активности каталазы с первых этапов операции с

сохранением динамики в раннем послеоперационном периоде. Так, применение H_2 вызвало рост активности каталазы к концу ИК на 24% относительно значений до операции. К третьему послеоперационному дню активность каталазы в этой группе была выше контрольных на 70%. Применение NO также способствовало повышению активности каталазы в течение операции, однако в послеоперационном периоде показатель соответствовал исходным значениям. Синергическое применение данных газов определило максимальное увеличение активности каталазы на 28% на этапе окончания ИК.

В контрольной группе регистрировался однонаправленный рост продуктов ПОЛ с восстановлением исследуемых показателей до исходных значений в послеоперационном периоде. Моновоздействие H_2 и NO обеспечило снижение ДК, ТК и ОШ в плазме крови пациентов на протяжении всех этапов операции с сохранением динамики в послеоперационном периоде. При применении H_2 наблюдалось раннее снижение ТК и ОШ относительно исходных значений. Важно отметить, что данные газы показали выраженный синергический эффект при совместном применении, что выражалось в более раннем и стабильном снижении продуктов ПОЛ в группе с комбинированным применением газов в операционном периоде. Обсуждая механизмы действия газов, следует отметить возможность их взаимодополняющего влияния. NO в низких концентрациях проявляет антиоксидантные свойства, перехватывая свободные радикалы, и улучшает микроциркуляцию, поддерживая сосудистый тонус и способствуя доставке H_2 к тканям [4]. H_2, в свою очередь, избирательно нейтрализует гидроксильный радикал и пероксинитрит. Дополнительным механизмом действия H_2 является активация транскрипционного фактора Nrf2, запускающего экспрессию генов антиоксидантных ферментов и усиливающего эндогенную антиоксидантную защиту [5]. Таким образом, комбинированное применение NO и H_2 может обеспечивать многоуровневую протекцию от прямой нейтрализации радикалов до модуляции редокс-зависимых сигнальных путей, что делает их перспективными агентами для интраоперационной защиты при кардиохирургических вмешательствах.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о том, что H_2, NO и комбинация данных газов в условиях кардиохирургических операций демонстрируют выраженное антиоксидантное действие, снижая интенсивность перекисного окисления липидов и повышая активность систем антиоксидантной защиты организма как в интраоперационный, так и в послеоперационный период.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 25-15-20083

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров, Р. Г. Ишемически-реперфузионные поражения: молекулярные механизмы патогенеза и способы их коррекции / Р. Г. Гончаров, Р. Г. Шарапов // Молекулярная биология. – 2023. – Т. 57, № 6. – С. 1150-1174.

2. Исследование эффективности применения оксида азота во время и после операций на клапанах сердца в условиях искусственного кровообращения / В. В. Пичугин, А. В. Дерюгина, В. Д. Селемир [и др.] // Сибирский журнал клинической и экспериментальной медицины. – 2025. – Т. 40, № 2. – С. 44-52.

3. Гуманова, Н. Г. Оксид азота, его циркулирующие метаболиты NOx и их роль в функционировании человеческого организма и прогнозе риска сердечно-сосудистой смерти (часть I) / Н. Г. Гуманова // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24, № 9. – С. 102-109.

4. Возможности лекарственного воздействия на сигнальный путь оксида азота при легочной артериальной гипертензии: от оксида азота до его синтетического аналога – препарата Оксаком / О. В. Родненков, Е. А. Резухина, А. В. Зорин [и др.] // Кардиологический вестник. – 2022. – Т. 17, № 4. – С. 24-31.

5. Система антиоксидантной защиты: регуляция метаболических процессов, генетические детерминанты, методы определения / О. А. Никитина, М. А. Даренская, Н. В. Семёнова [и др.] // Сибирский научный медицинский журнал. – 2022. – Т. 42, № 3. – С. 4-17.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Кондратенко М. А., Дорохов Е. В., Горбатенко Н. П., Радченко М. С.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко
Воронеж, Россия

Введение. В современных условиях обучения студенты-медики испытывают высокие интеллектуальные и эмоциональные нагрузки, сопровождающиеся снижением уровня физической активности и нарушением вегетативной регуляции. Это может приводить к снижению адаптационных возможностей организма и ухудшению физической работоспособности. В связи с этим особый интерес представляет поиск эффективных немедикаментозных методов коррекции функционального состояния, к числу которых относится спелеоклиматотерапия (СКТ), обладающая доказанным оздоровительным потенциалом.

Цель. Изучить особенности вегетативного статуса и физической работоспособности студентов-медиков и оценить влияние спелеоклиматотерапии на данные показатели.

Методы исследования. Исследованы показатели вегетативного статуса студентов-медиков методом вариационной кардиоинтервалометрии в состоянии покоя и после физической нагрузки, а также их динамика при прохождении 10-дневного курса СКТ. Исследования проводились в условиях

наземной стационарной спелеокамеры (спелеокамера от ООО «Климат Черноземья») вне сессионного периода. В качестве физической нагрузки использовали степ-тест (ступень высотой 40-50 см для мужчин и 30-40 см для женщин). Физическую работоспособность определяли по тесту PWC170, максимальное потребление кислорода (МПК) по формуле Карпмана. Результаты экспериментальных исследований были получены с соблюдением основных биоэтических правил.

Статистический анализ данных проводился с использованием непараметрических критериев: критерия Вилкоксона для сравнения парных выборок, критерия Манна-Уитни для сравнения непарных выборок и критерия Джонкхира-Терпстры для выявления трендов нарастания или убывания.

Результаты и их обсуждение. Показатели вариационного размаха (ВР), отражающего активность парасимпатического отдела ВНС, и общей мощности волн (ТР), характеризующей адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы, увеличивались при прохождении курса СКТ.

Показатели амплитуды моды (АМо) и индекса напряжения (ИН) у студентов-нормотоников и симпатотоников после курса СКТ достоверно снижались. На 3-й день СКТ показатели АМо и ИН увеличивались.

При выполнении физической нагрузки у ваготоников наблюдалось снижение показателей ВР после курса СКТ. У нормотоников после завершения курса выявлен наиболее выраженный рост ВР. У симпатотоников показатели изменялись умеренно, отмечалась стабилизация показателей.

После физической нагрузки у ваготоников и симпатотоников показатели АМо изменялись незначительно, тогда, как у нормотоников к завершению курса СКТ отмечалось выраженное снижение данного показателя. Показатели ИН при прохождении курса СКТ во всех группах достоверно уменьшались.

Анализ показателей мощности волн низкой частоты (LF) отражал наиболее выраженный прирост к концу курса у всех студентов. У ваготоников на 3-й день зафиксирован резкий скачок с последующей стабилизацией после курса СКТ.

После курса СКТ при выполнении физической нагрузки во всех группах наблюдалось снижение показателей LF, наиболее выраженное в группе ваготоников.

До начала курса СКТ в покое наиболее низкие значения показателей мощности волн высокой частоты (HF) регистрировались в группе симпатотоников. На 3-й день курса у нормотоников наблюдалось временное снижение показателя. После завершения курса у ваготоников и симпатотоников зафиксировано повышение HF.

При прохождении курса СКТ у ваготоников и нормотоников наблюдалось повышение вагосимпатического индекса (LF/HF). У нормотоников к завершению курса наблюдалось выраженное увеличение LF/HF. У симпатотоников, напротив, отмечалось постепенное снижение показателя LF/HF.

После физической нагрузки в ходе проведения СКТ у ваготоников к окончанию курса наблюдалось повышение LF/HF, однако показатели оставались в пределах адаптивной реакции организма. У нормотоников отмечалось последовательное снижение показателя с достижением к концу курса нормальных значений. У симпатотоников после временного снижения индекса на 3-й день курса к окончанию терапии показатели оставались повышенными, хотя и имели тенденцию к нормализации.

До начала курса СКТ у всех обследуемых групп показатели физической работоспособности и МПК находились на относительно умеренном уровне. Наиболее высокие значения отмечались у симпатотоников. У ваготоников и нормотоников показатели были ниже. На 3-й день курса СКТ во всех группах наблюдалось снижение физической работоспособности и МПК, наиболее выраженное у ваготоников и симпатотоников. После завершения курса СКТ у всех групп отмечалось повышение показателей физической работоспособности и МПК по сравнению с исходными значениями. Наиболее выраженный прирост наблюдался у симпатотоников, у которых итоговые показатели стали максимальными среди всех групп.

Выводы. При прохождении курса спелеоклиматотерапии наблюдалось снижение активности симпатического отдела ВНС, что выражалось в уменьшении средних значений амплитуды моды и индекса напряжения. Показатели, отражающие активность парасимпатического отдела ВНС, такие как вариационный размах и общая мощность волн, характеризующая адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы, наоборот, возрастали. Увеличение активности симпатического отдела ВНС в подгруппах ваготоников и нормотоников вероятно, связано с формированием процессов адаптации к новому микроклимату спелеокамеры и не усиливает имеющихся стрессорных проявлений. Этот факт подтверждается увеличением общей мощности волн, отражающих адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы организма во всех подгруппах.

Показатели физической работоспособности и МПК при прохождении курса СКТ имели положительную динамику среди всех студентов. Существенное увеличение спектральной мощности при выполнении физической нагрузки после курса СКТ свидетельствует о более активном включении вазомоторно-барорефлекторных механизмов и эффективности адаптационных реакций на физическую нагрузку: усиление вагусной регуляции приводит к более «гибкому» и физиологическому ответу на физическую нагрузку без избыточного напряжения регуляторных систем. В медицинской литературе такое явление известно как «феномен перекрестной резистентности», согласно которому воздействие одного стрессора увеличивает устойчивость организма к действию другого стрессора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Здоровьесберегающие технологии на кафедре нормальной физиологии Воронежского государственного медицинского университета / Е. В. Дорохов,

Н. П. Горбатенко, М. А. Герасимова, О. А. Япрынцева // Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Пермь, 14-15 окт. 2024 г. / под науч. ред. Г. З. Файнбурга. – Пермь, 2024. – С. 306-313.

2. Спелеотерапия и качество жизни современной молодежи / Н. П. Горбатенко, Е. В. Дорохов, М. А. Герасимова, О. А. Япрынцева // Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей : материалы V Междунар. науч.-практ. конф., Пермь, 14-15 окт. 2024 г. / под науч. ред. Г. З. Файнбурга. – Пермь, 2024. – С. 321-330.

3. Дорохов, Е. В. Спелеотерапия в восстановлении вегетативного гомеостаза у взрослых здоровых лиц 20-24 лет / Е. В. Дорохов, В. А. Семилетова, Н. П. Горбатенко // Медицинская наука и образование Урала. – 2023. – Т. 24, № 3. – С. 47-51.

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, ЗАНИМАЮЩИХСЯ В ОСНОВНОЙ ГРУППЕ ФИЗКУЛЬТУРЫ И В СПОРТИВНЫХ СЕКЦИЯХ

Косянчук В. В., Орехов С. Д., Балбатун О. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. С ростом спортивного мастерства увеличивается число зарегистрированных изменений ЭКГ, что требует дополнительного динамического электрокардиографического контроля спортсменов [1]. Добавление ЭКГ к сбору анамнеза и физическому осмотру повышает общую чувствительность предсоревновательного кардиоваскулярного обследования у спортсменов. [2, с. 55]. Сравнение электрокардиографических показателей у молодых спортсменок с показателями у женщин, не занимающихся спортом, мужчин-спортсменов, а также у спортсменов разных рас, этнических групп и видов спорта позволяет более точно определить границы физиологических отклонений при интенсивных тренировках [3]. У молодых спортсменов физиологическая адаптация главным образом включает синусовую брадикардию и более высокую амплитуду комплекса QRS [4, с. 484]. В доступной литературе имеется небольшое количество работ, в которых сравниваются ЭКГ параметры здоровых студентов медицинского университета с различным уровнем физической активности.

Цель. Сравнить особенности ЭКГ студентов медицинского университета, занимающихся в основной группе физкультуры и в спортивных секциях.

Методы исследования. Для достижения поставленной цели в состоянии покоя были получены записи ЭКГ у 41 студента (20 девушек и 21 юноша).

19 из них занимались в спортивных секциях (нагрузка 3-4 часа 3 раза в неделю), а 22 посещали основную группу физкультуры (нагрузка 1 час 2 раза в неделю). Проводилась полная ручная расшифровка зубцов, сердечного комплекса, сегментов и интервалов ЭКГ. Амплитудно-временные параметры ЭКГ накоплены при помощи Excel и обработаны с использованием программы STATISTICA. Для сравнения двух независимых групп по количественному признаку с ненормальным распределением использовался U-критерий Манна-Уитни. Результаты приведены в медианах и квартилях.

Результаты и их обсуждение. У студентов основной группы физкультуры по сравнению с представителями спортивных секций был достоверно короче интервал RR: 791 (779-835) мс и 913 (811-921) мс, соответственно, $p<0,01$. У них также отмечался более короткий интервал QT: 357 (338-363) мс и 378 (347-395) мс, соответственно, $p<0,05$.

Длительность QRS комплекса в основной группе была достоверно больше по сравнению со спорстменами: 92 (87-102) мс и 73 (67-91) мс соответственно, $p<0,05$. В этой же группе наблюдалась большая длительность интервала PQ: 148 (142-157) мс и 136 (130-165) мс соответственно, $p<0,05$.

Амплитуда зубца Q во втором отведении у студентов основной группы физкультуры была менее негативной по сравнению представителями спортивных секций: -0,03 (-0,10-0,00) мВ и -0,10 (-0,20; -0,10) мВ соответственно, $p<0,05$.

Амплитуда зубца R в первом стандартном отведении у студентов основной группы была достоверно больше, чем у участников спортивных секций: 0,68 (0,4-1,0) мВ и 0,5 (0,3-0,7) мВ соответственно, $p<0,05$. Во втором отведении амплитуда зубца R у студентов основной группы физкультуры наоборот была меньше: 1,1 (0,9-1,25) мВ и 1,6 (1,3-2,2) мВ соответственно, $p<0,01$. В третьем отведении амплитуда зубца R у студентов основной группы также была меньше: 0,6 мВ (0,4-0,7) мВ и 1,2 мВ (0,8-1,7) мВ соответственно, $p<0,01$.

В первом стандартном отведении у студентов основной группы амплитуда зубца S была достоверно больше, чем у спортсменов: -0,2 (-0,35; -0,1) мВ и -0,10 (-0,15; -0,05) мВ соответственно, $p<0,01$. Во втором отведении у студентов основной группы амплитуда зубца S существенно больше, чем у тренированных студентов: -0,2 (-0,2; -0,15) мВ и -0,1 (-0,25-0) мВ соответственно, $p<0,05$. Амплитуда зубца S в третьем отведении достоверно не отличалась между группами.

Уровень ST в основной группе был также больше, чем у участников спортивных секций: 0,07 мВ (0,06-0,13) мВ и 0,03 мВ (-0,02; -0,04) мВ соответственно, $p<0,01$. В обеих группах данный параметр не выходил за границы нормы.

У нетренированных студентов по сравнению с представителями спортивных секций достоверно меньше угол α: 53° (44-68°) и 71° (69-82°) соответственно, $p<0,001$. Это может объясняться развитием физиологической

гипертрофии правого желудочка. Тренировки продолжительностью более часа 3 раза в неделю требуют перекачивания большей емкости крови, что вызывает перегрузку правых отделов объемом.

Амплитуда зубца Т в первом отведении у студентов основной группы была достоверно больше, чем у участников спортивных секций: 0,3 мВ (0,3-0,35) мВ и 0,25 (0,2-0,3) мВ соответственно, $p<0,01$. Во втором стандартном отведении амплитуда зубца Т не отличалась между группами. В третьем отведении амплитуда зубца Т у нетренированных студентов по сравнению со спортсменами была меньше: 0,1 мВ (-0,1-0,15) мВ и 0,15 мВ (0-0,3) мВ соответственно, $p<0,05$.

Выводы. Изменения амплитудно-временных параметров ЭКГ студентов медицинского университета, занимающихся в спортивных секциях, соответствуют классическим физиологическим преобразованиям у молодых спортсменов-любителей. Занятия в спортивных секциях в течение 3-4 часов 3 раза в неделю сопровождаются ускорением атрио-вентрикулярного проведения, уменьшением ЧСС в покое, развитием умеренной физиологической гипертрофии левого и правого желудочков. Регулярные занятия спортом благотворно сказываются на состоянии сердечно-сосудистой системы у студентов медицинского университета.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарганеева, Н. П. Электрокардиографический контроль сердечно-сосудистой системы у спортсменов в процессе подготовки к соревнованиям / Н. П. Гарганеева, И. Ф. Таминова, И. Н. Ворожцова // Российский кардиологический журнал. – 2017. – № 12. – С. 36-40.

2. Marwaha, S. Cardiovascular screening of athletes / S. Marwaha, S. Sharma // Indian Pacing and Electrophysiology Journal. – 2026. – Vol. 26. – P. 53-58.

3. Normal echocardiographic and electrocardiographic indices in young female athletes: A meta-analysis across sex, types of sports, races and ethnicities / N. Laurier, Z. Salvini, L. D. Syed [et al.] // *European Journal of Preventive Cardiology*. – 2025. – Vol. 25. – P. 755-757.

4. Resting Electrocardiogram and Blood Pressure in Young Endurance and Nonendurance Athletes and Nonathletes / H. Pentikäinen, K. Toivo, S. Kokko [et al.] // Journal of Athletic Training. – 2021. – Vol. 56, № 5. – P. 484-490.

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ВНИМАНИЯ У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Котова А. А., Каравайцев А. А., Шейкин И. А., Тюнина О. И., Радченко М. С.

Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко
Воронеж, Россия

Введение. Современный студент-медик Воронежского государственного медицинского университета одновременно осваивает большие объемы теоретического материала по различным дисциплинам (биология, анатомия, нормальная физиология, гистология) на 1-м и 2-м курсах, работает с практическими заданиями на занятиях, выполняет внеаудиторную работу. В этих условиях избирательность внимания – способность выделять главную информацию из общего потока и поддерживать концентрацию внимания – становится одним из ключевых факторов успешности обучения. Особенно это значимо на практических занятиях по нормальной физиологии, где требуется одновременно воспринимать теоретический материал, проводить практические работы, анализировать данные и выполнять задания в ограниченные сроки [1].

Цель. Исследование избирательности внимания студентов-медиков на практических занятиях по нормальной физиологии.

Методы исследования. Исследование проводилось на базе ВГМУ им. Н. Н. Бурденко в межсессионный период учебного процесса на практических занятиях по нормальной физиологии. Выборку исследования составили студенты 1-го и 2-го курсов (возраст 18±1), из них – 46 девушек и 30 юношей. Определяли избирательность внимания с помощью теста Мюнстерберга [2].

Показателями избирательности внимания в исследовании с помощью теста Мюнстерберга являются время выполнения задания, а также количество ошибок и пропусков при отыскивании и подчеркивании слов. Результаты оценивались при помощи шкалы, в которой баллы начисляются в зависимости от затраченного на поиск слов времени. За каждое пропущенное слово снижается один балл.

Тест Мюнстерберга позволяет оценить, насколько эффективно испытуемый может выделять и обрабатывать целевую информацию из общего потока; он направлен на выявление внимания и сосредоточенности обучающихся во время практических занятий [3].

Результаты и их обсуждение. По результатам исследования можно разделить количество участвующих в эксперименте условно на 4 группы: 1) не допустили ошибок и не превысили время; 2) допустили только ошибки; 3) ошибок нет, но превысили временные рамки; 4) есть и ошибки, и превышение временных рамок.

В группе девушек 40% имели высокий балл избирательности внимания, 38% – снижение показателя в связи с пропуском слов или его неверным выделением, 9% опрошенных женского пола в данном тесте превысили временной интервал, а 13% – снижение показателя по обоим случаям.

В группе юношей максимальный балл успешного выполнения теста был выявлен у 24%, в результате пропуска слов и превышения временного интервала – по 27% опрошенных соответственно. По обоим возможным случаям (и ошибки, и превышение времени) – 20% лиц мужского пола.

Таким образом, в группе девушек избирательность внимания была выше, ошибок в пропуске слов и превышении временного интервала выявлено меньше, чем в группе юношей.

В группе девушек только 9% превысили время (без ошибок), тогда как у юношей этот показатель составил 28%. Это ключевой гендерный контраст: юноши значительно чаще теряют темп выполнения.

Совокупная доля «неблагополучных» групп (ошибки и время) у юношей выше: 75,5% (27,5+28+20,5) против 60% у девушек (38+9+13), что указывает на разные типы ошибок у разных полов исследуемых.

Так, в ходе проведенного исследования девушки чаще допускают пропуск слов (38%), но редко выходят за рамки времени (9%) – то есть работают аккуратно, но не всегда полно.

Юноши примерно одинаково страдают и от пропуска слов (27,5%), и от превышения времени (28%) – менее стабильны по обоим параметрам.

Выводы. Таким образом, на практических занятиях по нормальной физиологии при проведении контрольных тестов, выполнении физиологических опытов в условиях ограниченного времени юноши могут показывать более низкие результаты не из-за слабого понимания материала, а из-за замедленного темпа обработки информации. Рекомендуется при тестировании по физиологии (например, тесты на знание гемодинамики, биоэлектрических потенциалов, рефлекторных дуг) не делать жесткий лимит времени основным критерием оценки особенно на ранних курсах; разделить оценку на «точность» и «скорость» как самостоятельные показатели [4].

При выполнении практических заданий, требующих пошагового алгоритма (измерение артериального давления, снятие ЭКГ, оценка функций нервной системы) предоставлять юношам дополнительное время или разбивать задание на этапы с контролем после каждого.

Девушкам, наоборот, акцентировать внимание на полноте выполнения – они работают аккуратно, но склонны пропускать детали. При работе с физиологическими таблицами, схемами рефлекторных дуг, графиками гемодинамики полезно давать чек-листы с перечнем обязательных пунктов, чтобы снизить вероятность пропуска элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тюнина, О. И. Оценка динамики умственной работоспособности обучающихся начальных курсов медицинского вуза / О. И. Тюнина, М. С. Радченко // Физиологические адаптационные возможности человека : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию со дня рожд. проф. И. Э. Есауленко, Воронеж, 26 марта 2026 г. / Воронежский гос. мед. ун-т им. Н.Н. Бурденко ; редкол.: И. П. Мошуров [и др.]. – Воронеж, 2026. – С. 77–84.
2. Каравайцев, А. А. Изучение кратковременной зрительно-пространственной памяти обучающихся ВГМУ им. Н.Н. Бурденко в условиях цифровой среды / А. А. Каравайцев, И. А. Шейкин, А. А. Котова // НОМУС – 2025 : материалы итоговой межвузовской студенческой науч. конф., Луганск, 1 апр. 2025 г. / Луганский гос. мед. ун-т им. Св. Луки ; ред. : Ю. В. Чукарина [и др.]. – Луганск, 2025. – С. 168–170.
3. Кольберг, Н. А. Память как познавательный процесс у младших школьников при разных видах образовательных программ по методике Мюнстерберга / Н. А. Кольберг // Молодой ученый. – 2017. – № 7 (141). – С. 45–49.
4. Гаптарь, М. И. Динамика умственной работоспособности студентов курса Белорусского государственного медицинского университета / М. И. Гаптарь, А. А. Калевич, Ю. Д. Костеневич // Архивариус. – 2016. – Т. 2, № 4(8). – С. 35–39.

ФАКТОР ИНГИБИРОВАНИЯ IF_1 АТФ-СИНТАЗЫ В НОРМЕ И ПРИ ПАТОЛОГИИ

Леонтюк Е. В.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. IF_1 (the ATPase Inhibitory Factor) представляет собой специфический белок, регулятор ингибирования F_1F_o-АТФ-синтазы.

Данный фактор взаимодействует с растворимой F_1-субъединицей, специфически ингибируя ее АТФ-синтазную активность. Это означает, что IF_1 предотвращает гидролиз АТФ и защищает клетку от истощения запасов энергии. Такое ингибирование особенно важно в условиях нарушения клеточного дыхания, возникающего при гипоксии, что позволяет рассматривать фактор ингибирования АТФ-синтазы (IF_1) в качестве потенциальной терапевтической мишени для лечения нейродегенеративных, сердечно-сосудистых и онкологических заболеваний [1].

Цель. Систематизировать и проанализировать литературные данные о роли фактора IF_1 в норме и при патологии.

Методы исследования. Для написания настоящего аналитического обзора был проведен поиск профильной литературы в базах данных Google Scholar, Scopus, Web of Science и eLIBRARY.

Результаты и их обсуждение. IF_1 является термостабильным белком с массой около 10 кДа. Его молекулярная структура впервые была описана в

2001 году с помощью данных рентгеноструктурного анализа. Наличие гомологов IF_1 у самых разных организмов – от растений и дрожжей до животных и человека – свидетельствует о его фундаментальной роли в клеточной энергетике и эволюционной консервативности.

Согласно литературным данным, в результате процесса альтернативного сплайсинга первичного транскрипта мРНК IF_1 человека способно образоваться 3 варианта мРНК, различающихся по длине и последовательности. В связи с этим возможно образование соответственно трех различных изоформ белка [2]. У человека IF_1 кодируется геном $ATPIF_1$, локализованным в первой хромосоме [3].

В нормальных условиях IF_1 может быть в значительной мере свободен от АТФ-синтазы. Этот ингибитор следует рассматривать как регулятор стресса, так как его взаимосвязь с F_1-АТФ-синтазой обеспечивает клеточную адаптацию к митохондриальному стрессу и изменениям в условиях микросреды для выживания.

Согласно проведенным исследованиям, уровень экспрессии IF_1 варьирует в зависимости от типа ткани и клеток. Увеличение экспрессии приводит к метаболическому переключению и активирует выработку активных форм кислорода (АФК), что может способствовать возникновению рака и устойчивости к химиотерапии. Исходя из литературных данных, при закислении митохондриального матрикса фактор IF_1 склонен образовывать ингибирующие димеры, как это происходит, например, при ишемии и гипоксии. Повышенная экспрессия данного ингибитора приводит к образованию олигомеров F_1-АТФсинтазы и увеличивает плотность митохондриальных крист. Таким образом, IF_1 участвует в регуляции биогенеза и структуры митохондрий, а также влияет на разнообразные фенотипы обмена веществ и судьбу клеток [4].

Снижение мембранного потенциала митохондрий вызывает обратный ход F_1F_o-АТФ-синтазы, что ведет к гидролизу АТФ, превращая митохондрии в потребителей АТФ. Это состояние связано с ишемией, когда нарушение перфузии тканей приводит к понижению клеточной оксигенации (гипоксии), что блокирует митохондриальное дыхание. Восстановление работы F_1F_o-АТФ-синтазы во время ишемии можно обеспечить использованием ингибитора электронно-транспортной цепи (например, ротенона, оказывающего влияние на комплекс I, или NaCN, ингибирующего комплекс IV) и одновременно введением олигомицина – антибиотика, который подавляет F_1F_o-АТФ-синтазу.

Показано, что IF_1 снижает АТФ-гидролитическую активность F_1F_o-АТФ-синтазы во время ишемии на 70-80%, препятствуя повреждению клеток и замедляя их гибель при отсутствии кислорода и глюкозы. Во время реперфузии IF_1 быстро перестает связываться с F_1F_o-АТФ-синтазой, что позволяет внутриклеточному уровню АТФ относительно быстро восстанавливаться после сублетальной ишемии [5].

Выводы. IF_1 играет роль защитного механизма, предотвращающего неконтролируемый гидролиз АТФ и истощение клеточных энергетических резервов в условиях стресса. Дальнейшие исследования, направленные на полное выяснение механизма действия IF_1 и его роли в различных физиологических и патологических процессах, являются крайне важными для понимания клеточной энергетики и разработки новых терапевтических стратегий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guo, L. F-ATP synthase inhibitory factor 1 and mitochondria-organelle interactions: New insight and implications / L. Guo // Pharmacological Research. – 2024. – Vol. 208. – Art. 107393.
2. García-Bermúdez, J. The ATPase Inhibitory Factor 1 (IF1): A master regulator of energy metabolism and of cell survival / J. García-Bermúdez, J. M. Cuezva // Biochimica et Biophysica Acta. – 2016. – Vol. 1857, № 8. – P. 1167–1175.
3. Structure of the human ATP synthase / Y. Lai, Y. Zhang, S. Zhou [et al.] // Molecular Cell. – 2023. – Vol. 83, № 12. – P. 2137–2147.
4. Down-regulation of oxidative phosphorylation in the liver by expression of the ATPase inhibitory factor 1 induces a tumor-promoter metabolic state / F. Santacatterina, L. Sánchez-Cenizo, L. Formentini [et al.] // Oncotarget. – 2016. – Vol. 7, № 1. – P. 490–505.
5. In vivo inhibition of the mitochondrial H+-ATP synthase in neurons promotes metabolic preconditioning / L. Formentini, M. P. Pereira, L. Sánchez-Cenizo [et al.] // The EMBO Journal. – 2014. – Vol. 33, № 7. – P. 762–770.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ОБЩЕГО БЕЛКА КРОВИ ПРИ БЕСШОВНОМ ЗАКРЫТИИ ПЕРФОРАТИВНОГО ОТВЕРСТИЯ ЯЗВЫ ЖЕЛУДКА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Макаревич Е. И.[1], Камарец А. М.[2]

[1]Гродненский государственный медицинский университет
[2]Гродненская университетская клиника
Гродно, Беларусь

Введение. Наиболее распространенным хирургическим методом лечения перфоративной гастродуоденальной язвы в настоящее время является ушивание. Наиболее частым осложнением перфоративной язвы желудка является несостоятельность ушитой перфорации (до 11% случаев) [1, с. 49]. В литературе описаны различные бесшовные методы закрытия перфоративного отверстия.

Цель. Исследовать экспериментальным путем изменения показателя общего белка в биохимическом анализе крови при применении бесшовного метода закрытия перфоративного отверстия желудка.

Методы исследования. Эксперимент проводился на 20 белых лабораторных крысах весом 200-220 граммов. Все этапы исследования выполнялись в соответствии с «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях».

В экспериментальной группе у 20 лабораторных крыс под кетаминовой общей анальгезией проводилось моделирование перфоративной язвы желудка по разработанной нами методике. Закрытие дефекта стенки желудка осуществлялось путем фиксации фибриновым клеем «Фибриностат» участка большого сальника на ножке.

На 3-и, 7-е, 14-е и 28-е сутки после операции у животных осуществлялся забор крови для исследования общего белка биохимического анализа крови по общепринятой методике с последующим выведением животных по 5 особей. Полученные результаты подвергались статистической обработке программой Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Полученные нами данные показывают, что на 3-и сутки значение среднего показателя (M±SD) общего белка составило 57,5±4,7 г/л. На 7-е сутки среднее значение общего белка в экспериментальной группе составило 57,9±2,6 г/л. На 14-е сутки средний показатель общего белка был равен 61,6±7,2. г/л. На 28-е сутки среднее значение общего белка составило 61,9±1,9 г/л. При сравнении данных показателей статистически значимых изменений нет ($p>0,005$).

Выводы. Анализируя вышеперечисленную информацию при сравнении показателей общего белка крови в динамике на 3, 7, 14, 28 сутки при бесшовном способе закрытия дефекта желудка статистически значимых различий данного показателя не установлено.

ЛИТЕРАТУРА

1. Красильников, Д. М. Диагностика и комплексное лечение несостоятельности швов желудочно-кишечного тракта у больных язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки / Д. М. Красильников, М. М. Миннуллин, Я. Ю. Николаев // Креативная хирургия и онкология. – 2012. – № 3. – С. 49–57.

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Миклашевич О. С., Глуткин С. В., Фираго М. Э.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Существенное влияние на студентов высших учебных заведений оказывают негативные факторы, возникающие в обществе (псевдокультура, неформальная среда общения, сеть интернет и др.). Для эффективного решения проблемы воспитания студентов и формирования активной гражданской позиции в современных вузах необходим системный подход. Это означает комплексное и целенаправленное взаимодействие всех элементов образовательного процесса: преподавателей, администрации, студенческих организаций и внеучебной деятельности. Воспитательная работа должна быть интегрирована в учебный процесс и поддерживаться соответствующей методической базой.

Цель. Проанализировать организацию воспитательной работы на кафедре.

Методы исследования. Обобщение результатов воспитательной работы на кафедре на основе всестороннего анализа воспитательной деятельности, проведенного в течение учебного года.

Результаты и их обсуждение. Кафедра нормальной физиологии ставит перед собой задачу не только дать студентам глубокие знания в области физиологии, но и активно способствовать формированию их мировоззрения и системы ценностей. Деятельность кафедры в этом направлении строится на основе важнейших государственных документов, определяющих развитие образования и молодежной политики в Республике Беларусь. Профессорско-преподавательский состав кафедры опирается на положения Кодекса Республики Беларусь об образовании, а также на ключевые концепции и программы, направленные на всестороннее развитие и воспитание молодого поколения. Это включает в себя Концепцию непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи, соответствующую Программу на 2021-2025 годы, а также государственную программу «Образование и молодежная политика» на тот же период. С января 2026 года система образования Республики Беларусь перешла на реализацию обновленной программно-планирующей документации. Главным документом, определяющим эту работу, стала утвержденная Программа непрерывного воспитания детей и учащейся молодежи на 2026-2030 годы. При планировании и реализации воспитательных мероприятий преподаватели кафедры нормальной физиологии руководствуются внутренними документами университета и факультета. Это включает в себя общий план воспитательной работы УО «Гродненский

государственный медицинский университет», план воспитательной работы лечебного факультета, а также конкретный план идеологической и воспитательной работы на предстоящий 2025/2026 учебный год. Такой комплексный подход позволяет обеспечить системность и эффективность работы по формированию гармонично развитой личности будущего врача [1].

Организация участия студентов в волонтерском движении является важной задачей высших учебных заведений. Интеграция волонтерского опыта в учебный процесс на кафедре нормальной физиологии – еще один эффективный метод стимулирования гражданской активности обучающихся. Вместе с преподавателями кафедры студенты принимают участие в благотворительных акциях («Добро без границ!» для воспитанников социально-педагогического центра, Дню инвалидов для подопечных дневного отделения пребывания г. Гродно), проводимых в университете. Данные социальные проекты – это не только возможность принести пользу обществу, но и важный этап личностного развития. Студенты учатся работать в команде, принимать решения, преодолевать трудности, проявлять сочувствие [2]. Полученный опыт позволяет обучающимся прочувствовать важность социальной ответственности и пригодится в будущей профессиональной деятельности.

Важным аспектом системной работы по патриотическому воспитанию молодежи, проводимой на кафедре и направленной на формирование гражданской идентичности, укрепление исторической памяти и воспитание чувства ответственности за будущее своей страны, является привлечение обучающихся к проектам, посвященным 81-летию победы над фашистской Германией («Лента победы», проекта «Бессмертная слава Великой Победы», посещения выставки, посвященной победе в ВОВ «Памяць. Мужнасць. Вясна»), участие в республиканском диктанте ко Дню народного единства. Так же ежегодно **21 февраля** отмечается Международный день родного языка, в рамках которого в Беларуси традиционно проводится **Республиканский диктант по белорусскому языку**. Это масштабная акция, цель которой – популяризация белорусского языка и проверка грамотности. Преподаватели кафедры со студентами педиатрического факультета написали диктант в онлайн-формате, подключившись к трансляции. Текст, выбранный для проверки знаний, был посвящен Году белорусской женщины и представлял собой отрывок из произведения Алеся Звонака под названием «Беларускія жанчыны». Таким образом, важно не ограничиваться формальным присутствием, а вовлекать студентов в активное осмысление событий, побуждая к размышлениям о роли каждого в сохранении мира и стабильности.

Одним из направлений воспитательной работы кафедры является ее деятельность в социальных медиа (сетях Instagram и Telegram), которая направлена на трансляцию наиболее актуальной информации. Размещаются подробные посты с описанием образовательных программ, научных проектов, мероприятий, а также воспитательных инициатив. Проводится регулярная публикация новостей о жизни кафедры, интервью с профессорско-

преподавательским составом, кейсами успешных студентов с использованием интерактивных элементов: опросов, вопросов к подписчикам. В преддверии праздника День Народного Единства и в рамках Недели родительской любви при участии студентов и преподавательского состава кафедры были подготовлены видеоролики, размещенные на странице кафедры в сетях Instagram и Telegram как напоминание о важности сохранения единства в нашем многонациональном обществе, ценности любви и поддержки близких.

Эффективным инструментом профилактики негативных явлений в молодежной среде (экстремизма, наркомании, алкоголизма и других деструктивных форм поведения) является проведение информационных часов на кафедре, в ходе которых студенты осознают последствия своих действий и учатся противостоять негативному влиянию («Противодействие незаконному обороту наркотиков в РБ. Ответственность за нарушение законодательства», «Кибербезопасность сквозь поколения»). Такие информационные часы позволяют установить более тесный контакт между преподавателем и студентами, создать атмосферу открытости и доверия, где каждый может высказать свое мнение, задать интересующий вопрос и получить компетентный ответ. Особое внимание уделяется обсуждению вопросов, связанных с профессиональной этикой, социальной ответственностью и гражданской активностью, важностью сохранения культурного наследия и участия в развитии общества («Эстафета поколений: сохраняя прошлое, создаем будущее», «День народного единства, значение мира и согласия»).

Кафедра нормальной физиологии присоединилась к республиканскому проекту «Кожная пятніца-роднае сваё». В рамках этой инициативы было проведено необычное занятие, посвященное метаболизму и энергетике, терморегуляции и физиологии питания. Занятие проводилось в интерактивном формате, что позволило студентам не только углубить свои знания по дисциплине, но и активно участвовать в учебном процессе. Особое внимание уделялось использованию белорусского языка: студенты готовили доклады и вопросы по теме на родном языке. Это не только способствовало развитию языковых навыков, но и подчеркивало важность сохранения и популяризации белорусской культуры, а также более эффективного усвоения материала. Студенты получили ценный опыт изучения дисциплины, научились формулировать свои мысли на белорусском языке.

Кураторская работа на кафедре охватывает широкий спектр направлений. Это и формирование профессиональной этики, основанной на принципах гуманизма и сострадания, воспитание чувства патриотизма, готовности служить своему народу и своей стране, развитие творческого потенциала и способности к научному поиску в медицине. Кураторы кафедры стремятся создать атмосферу взаимного доверия и поддержки, где каждый студент может чувствовать себя комфортно и безопасно, свободно высказывать свое мнение и обращаться за помощью в случае необходимости [3].

Выводы. На кафедре нормальной физиологии воспитательная работа реализуется, основываясь на системном подходе. Системность проявляется в интеграции воспитательных мероприятий в образовательный процесс, во взаимодействии всех субъектов воспитания и в постоянном анализе эффективности применяемых методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров, И. В. Воспитательная работа как важнейший компонент образовательного процесса в медицинском вузе / И. В. Макаров, В. Я. Шибанов, Д. О. Карпова // Таврический медико-биологический вестник. – 2022. – Т. 25, № 2. – С. 124–131.

2. Бутько, А. В. Волонтерство как средство повышения социальной активности студентов УВО "Белорусский государственный университет культуры и искусств" / А. В. Бутько // Здоровье для всех : материалы VIII междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию науч.-исслед. лаборатории лонгитудинальных исследований, Пинск, 18-19 апр. 2019 г. / Полесский гос. ун-т ; гл. ред. К. К. Шебеко. – Пинск, 2019. – С. 3–6.

3. Вдовин, С. А. Институт кураторства в системе нравственного воспитания студентов ВУЗА / С. А. Вдовин // Самарский научный вестник. – 2026. – Т. 15, № 2. – С. 182–187.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ В ГОМОГЕНАТЕ ПЕРИУЛЬЦЕЛЯРНОЙ ЗОНЫ СТЕНКИ ЖЕЛУДКА ПРИ БЕСШОВНОМ ЗАКРЫТИИ ПЕРФОРАТИВНОГО ОТВЕРСТИЯ ЯЗВЫ ЖЕЛУДКА

Макаревич Е. И.[1], Жук Я. М.[2]

[1]Гродненский государственный медицинский университет
[2]Гродненская университетская клиника
Гродно, Беларусь

Введение. Виды хирургического лечения прободных язв желудка менялись в течение последних десятилетий и включают ушивание, резекцию желудка, ваготомию и др. В литературе также описаны бесшовные методы закрытия перфоративного отверстия. Оксидативный стресс – это состояние, при котором оксидативные процессы превышают мощность антиоксидантных защитных систем организма. Избыточному образованию активных форм кислорода противостоит система антиоксидантной защиты, ведущим звеном которой являются антиоксиданты (супероксиддисмутаза (СОД), каталаза, глутатионпероксидаза, глутатионтрансфераза, глутатион, витамин Е, витамин С и др.) [1].

Цель. Оценить изменения показателя каталазы в гомогенате периульцелярной зоны стенки желудка при закрытии перфоративного отверстия язвы желудка разными способами в эксперименте.

Методы исследования. Эксперимент выполнялся на 20 белых лабораторных крысах весом 200-220 граммов. Все этапы эксперимента проводились в соответствии с «Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях», а также с соблюдением «Правил и норм гуманного обращения с биологическими объектами исследований» УО «Гродненский государственный медицинский университет». На первом этапе эксперимента выполнялось моделирование перфоративной язвы желудка по разработанной нами методике. Далее перфорацию закрывали бесшовным способом с использованием фрагмента окисленной регенерированной целлюлозы «Суригитамп», фиксируя ее со стороны серозной оболочки поверх дефекта фибриновым клеем «Фибриностат». На 3-и, 7-е, 14-е и 28-е сутки у животных был осуществлен забор ткани желудка из периульцелярной зоны с последующим их выведением по 5 особей. Выполнялось исследование активности каталазы в ткани желудка. Для определения активности каталазы в гомогенатах использовали метод М. Королюк [3], основанный на спектрофотометрической регистрации количества окрашенного продукта реакции H_2O_2 с молибденовокислым аммонием, имеющим максимальное светопоглощение при длине волны 410 нм. За единицу активности принимали количество фермента, катализирующее образование 1 ммоль продукта за 1 минуту в условиях испытания Полученные результаты подвергались статистической обработке программой Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждения. Полученные нами данные показывают, что в опытной группе на 3-и сутки значение среднего показателя (M±SD) каталазы составило 7,424±0,617 нмоль/мин/г ткани. На 7-е сутки активность каталазы в группе составила 5,967±1,641 нмоль/мин/г ткани. На 14-е сутки активность каталазы была равна 3,877±1,122 нмоль/мин/г ткани. На 28-е сутки активность каталазы в опытной группе составило 4,823±0,964 нмоль/мин/г ткани. При статистической обработке выявлено статистически значимое повышение уровня каталазы в опытной группе на 3-и сутки в сравнении с 14-ми $p=0,0097$.

Выводы. По результатам исследования при сравнении в динамике опытной группы можно сделать вывод, что при бесшовном методе закрытия перфоративной язвы желудка имеется статистически значимое снижение активности каталазы в периульцерозной зоне ткани желудка в сравнении с 3-ми сутками.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перекисное окисление липидов и антиоксидантная система при язвенной болезни желудка, двенадцатиперстной кишки и постгастрорезекционных синдромах / А. В. Щербатых, В. И. Кулинский, А. А. Большешапов, С. В. Соколова // Сибирский медицинский журнал. – 2005. – Т. 52, № 3. – С. 9–13.

2. Метод определения активности каталазы / М. А. Королюк, Л. И. Иванова, И. Г Майорова, В. Е. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.

ГОРМОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОФИЛАКТИКИ ПРЕЭКЛАМПСИИ

Миронюк А. О., Смолей Н. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Преэклампсия (ПЭ) остается одной из ведущих причин материнской заболеваемости и перинатальных потерь. Особое внимание следует уделить роли эндокринных и метаболических нарушений в патогенезе гипертензивных расстройств. Женщины с избыточным весом имеют повышенный риск развития преэклампсии, эклампсии, гестационного сахарного диабета, макросомии плода, внутриутробной гибели плода и младенческой смертности. Ожирение рассматривается как фактор, запускающий каскад патологических реакций. Жировая ткань продуцирует провоспалительные медиаторы (СРБ, ИЛ-6, ФНО-*а*) и адипокины (лептин, адипонектин), которые нарушают функцию эндотелия [1]. Кроме того, изменённый ангиогенный баланс и снижение биодоступности оксида азота (NO) на фоне ожирения создают условия для реализации сосудистых осложнений беременности.

В гормональных нарушениях отдельно стоит рассмотреть изменения функционирования щитовидной железы. Во взаимосвязи патологии щитовидной железы и развития ПЭ лежит эндотелиальная дисфункция. Как известно, тиреоидная система активно регулирует работу сердца и сосудов через геномные и негеномные механизмы [2].

Беременность у таких пациенток должна планироваться после коррекции гормонально-метаболических нарушений. Во время беременности необходимы ранняя диагностика и лечение преэклампсии, что позволит снизить риск осложнений во время беременности и родов.

Цель. Проанализировать влияние эндокринных и метаболических нарушений на течение беременности и родов у пациенток с преэклампсией.

Методы исследования. Изучение историй родов, амбулаторных карт, индивидуальных карт беременной и родильницы, статистический анализ.

Результаты и их обсуждение. Нами был проведен анализ 50 случаев преэклампсии, развившейся во время беременности. 14 пациенток (28%

случаев) имели сочетанную патологию и страдали метаболическими нарушениями и патологией щитовидной железы. 16 пациенток (32%) имели патологию щитовидной железы, 20 пациенток (40%) страдали ожирением. В первой группе пациенток с сочетанной патологией 21% пациенток имели существовавшую ранее гипертензию, в то время как в 50% случаев гипертензия развилась во время беременности. Во второй группе 74% пациенток имели гипертензию, развившуюся во время беременности, а 18% женщин имели отеки различной степени тяжести. Это говорит о мощном влиянии эндокринной патологии на развитие сердечно-сосудистых нарушений. У пациенток третьей группы с ожирением гипертензия была диагностирована в 65% случаев. Основными осложнениями в родах были хроническая гипоксия плода и острая гипоксия на фоне хронической, а также нарушение маточно-плацентарного кровотока и преждевременный разрыв плодных оболочек.

Выводы. Преэклампсия является довольно частым осложнением беременности, которое, в свою очередь, является фактором риска развития других осложнений как во время беременности, так и во время родов. Своевременное лечение и профилактика гормональных и метаболических нарушений будет способствовать нормальному течению беременности и родов и снизит риск репродуктивных потерь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rasul-Zade, Y. G. Obesity-related pre-eclampsia – fetus and newborn outcomes (literature review) / Y. G. Rasul-Zade // International Journal of Scientific Pediatrics. – 2023. – Vol. 2, № 5. – P. 1–7.

2. Гибадуллина, Я. Э. Роль гормонов тиреоидной оси в реализации гипертензивных расстройств в период беременности при эутиреозе / Я. Э. Гибадуллина, К. Б. Абакумова, В. Н. Покусаева // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2025. – Т. 24, № 3. – С. 278–287.

ДИСФУНКЦИЯ ПЕРИВАСКУЛЯРНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И НАКОПЛЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКА: ДВА МЕХАНИЗМА НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОРОНАРНОЙ БЛЯШКИ

Мирук И. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Современная кардиология уделяет большое внимание не только «уязвимой бляшке», но и концепции «уязвимого пациента», для которого характерно системное воспаление. Периваскулярная жировая ткань (ПВЖТ), долгое время рассматривавшаяся как изолированная жировая

прослойка, доказала свою роль важного регулятора сосудистого воспаления. В рамках гипотезы «outside in» именно воспаление в ПВЖТ способно инициировать эндотелиальную дисфункцию и ускорять прогрессирование атеросклероза [1].

Параллельно сформировалась новая отрасль – экологическая кардиология. Микро- и нанопластик (МНП), проникая в организм через дыхательные пути, пищеварительный тракт и кожу, обнаруживается в атеросклеротических бляшках и влияет на их стабильность [2].

Большинство исследований по этим темам опубликованы за последние 3-4 года. Несмотря на необходимость дальнейших подтверждающих данных, уже сейчас очевидна высокая клиническая значимость данных феноменов.

Цель. Систематизировать современные данные о влиянии дисфункции ПВЖТ и накопления МНП на формирование нестабильных атеросклеротических бляшек, а также оценить их диагностическую и прогностическую значимость.

Методы исследования. Изучили результаты клинических работ по двум темам: воспаление жировой ткани вокруг сосудов (измеряется через индекс FAI) и накопление микропластика в сосудистых бляшках. Поиск выполнялся в PubMed по ключевым словам: perivascular adipose tissue, fat attenuation index, microplastics, vulnerable plaque. Отбирали только исследования на людях с конкретными цифрами – показателями риска и доверительными интервалами, а также с описанием механизмов. Всего проанализировали 8 основных источников за 2012-2026 годы.

Результаты и их обсуждение. Индекс жировой аттенюации (FAI) как маркер воспаления ПВЖТ. FAI измеряют на основании компьютерно-томографической ангиографии (КТА), оценивая плотность ПВЖТ в единицах Хаунсфилда (HU). При нормальном состоянии значение составляет около -190 HU, но при воспалении оно повышается до -30 HU и выше. Данный метод не требует дополнительной лучевой нагрузки или введения контрастного вещества, что повышает его клиническую доступность.

Исследования демонстрируют положительную корреляцию между повышением FAI и вероятностью выявления нестабильной атеросклеротической бляшки с тонкой фиброзной покрышкой, крупным липидным ядром и мелкими кальцинатами [3]. Мета-анализ показал, что повышение FAI является независимым предиктором серьезных сердечно-сосудистых осложнений (HR=3,29; 95% ДИ 2,5-4,3) [4]. Также высокий FAI ассоциируется с риском повреждения миокарда во время чрескожных коронарных вмешательств [5].

Преимуществом данного метода является неинвазивность и относительная простота исполнения. Однако остается открытым вопрос специфичности FAI в отношении именно нестабильности бляшки, поскольку уровень FAI может изменяться под влиянием таких факторов, как ожирение и сахарный диабет.

Накопление микро- и нанопластика в атеросклеротических бляшках. Определение присутствия МНП в сосудистой стенке возможно на данный момент лишь при анализе материала, полученного хирургической эндартерэктомией. Для детекции применяют высокочувствительные методики пиролизной хроматографии и масс-спектрометрии, тогда как неинвазивных диагностических методов пока не разработано.

В работе Marfella и соавторов (2024) микропластик был обнаружен в 58,4% бляшек сонных артерий [2]. Аналогичные данные получили Massie и коллеги (2025), показавшие, что концентрация МНП в бляшках бедренных артерий превышает таковую в здоровых сосудах в 80 раз [6]. Накопление МНП связано с увеличением риска инфаркта, инсульта и летального исхода (HR=4,53; 95% ДИ 2,0-10,3; $p<0,001$) [2]. Механизм действия пластика обусловлен активацией NLRP3-инфламмасомы, развитием окислительного стресса и трансформацией макрофагов в пенистые клетки [7].

Отмечается вариабельность данных, возможно связанная с разницей в методах, уровне экологической нагрузки и характеристиках исследуемых популяций. Также остается открытым вопрос причинно-следственной связи: накапливается ли пластик вследствие уже существующей атеросклеротической бляшки либо выступает провоцирующим фактором.

Сравнительная характеристика и перспективы. Сравнение двух подходов показывает следующее. FAI доступен уже сегодня, неинвазивен и относительно недорог, что позволяет применять его для широкого скрининга. Детекция МНП – пока что сложная и инвазивная процедура, требующая хирургического материала и дорогостоящего оборудования.

Оба фактора являются независимыми предикторами осложнений, однако связь с МНП имеет более сильный статистический эффект. Эти методы не конкурируют, а дополняют друг друга. В частности, у пациентов с повышенным FAI и отсутствием традиционных факторов риска (нормальный уровень холестерина, нормальное АД, отсутствие курения) возникает обоснованное подозрение на экологическую этиологию воспаления, в том числе связанного с микропластиком. В таких случаях возможно проведение углубленного анализа на наличие МНП.

Выводы. Дисфункция ПВЖТ, отражаемая повышением FAI, и накопление микро- и нанопластика – это два независимых фактора, ассоциированных с увеличением риска серьезных сердечно-сосудистых событий примерно в 3-4 раза [4; 2]. Механизмы их действия включают активацию NLRP3-инфламмасомы, окислительный стресс и хроническое воспаление [7].

Вместе с тем большинство исследований являются наблюдательными, что ограничивает возможность прямого сравнения HR=3,29 и HR=4,53 из-за различий в схемах исследований и группах пациентов. Перспективными направлениями являются проспективные исследования с единой методологией,

разработка неинвазивных методов обнаружения МНП и оценка эффективности мер по снижению воздействия пластика на ПВЖТ и сосуды.

В клинической практике FAI уже может применяться для стратификации риска. Повышение FAI у пациентов без традиционных факторов риска должно вызвать внимание к возможной экологической нагрузке с учётом потенциальной роли микропластика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Clinical correlates of perivascular adipose tissue in coronary artery disease and obesity / S. Upadhaya, A. C. Pandey, J. Wiley, T. H. Le Jemtel // Front Physiol. – 2025. – Vol. 16. – Art. 1651249.

2. Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events / R. Marfella, F. Prattichizzo, C. Sardu [et al.] // N Engl J Med. – 2024. – Vol. 390, № 10. – P. 900–910.

3. Pericoronary fat attenuation in stenotic and vulnerable coronary artery plaques / B. Günay M. S. Tepe, H. H. Öztürk [et al.] // Acta Radiol Open. – 2025. – Vol. 14, № 5. – Art. 20584601251342312.

4. Pericoronary fat attenuation index – a new imaging biomarker and its diagnostic and prognostic utility: a systematic review and meta-analysis / M. Sagris, A. S. Antonopoulos, S. Simantiris [et al.] // Eur Heart J Cardiovasc Imaging. – 2022. – Vol. 23, № 12. – P. e526–e536.

5. Impact of Pericoronary Adipose Tissue Attenuation on Periprocedural Myocardial Injury / T. Yamamoto, H. Kawamori, T. Toba [et al.] // J Am Heart Assoc. – 2024. – Vol. 13, № 3. – Art. e031209.

6. Micro- and nanoplastics are elevated in femoral atherosclerotic plaques compared with undiseased arteries / P. L. Massie, M. A. Garcia, D. Gallego [et al.] // JVS Vasc Sci. – 2025. – Vol. 6. – Art. 100393.

7. Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives / F. Prattichizzo, A. Ceriello, V. Pellegrini [et al.] // Eur Heart J. – 2024. – Vol. 45, № 38. – P. 4099–4110.

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ АНТИГИПОКСАНТОВ

Мосин О. А., Степанов Д. В., Евсеев А. В., Сосин Д. В., Евсеева М. А., Путенкова Л. Ю.

Смоленский государственный медицинский университет
Смоленск, Россия

Введение. Как правило, исследования фармакологических веществ на возможность их применения в качестве протекторов острой гипоксии осуществляется на отдельных животных (мышь, крыса и др.), помещая особь в условия, характеризующиеся снижением содержания кислорода в доступном для дыхания воздухе. Если соединение демонстрировало антигипоксические

свойства, продолжительность жизни экспериментальных животных в той или иной степени увеличивалась [1].

В последнее время в защитном действии химических соединений стали отмечать принципиальные отличия, что связано с попыткой использования с этой целью металлокомплексных соединений. Демонстрируя порой в эксперименте ярко выраженный защитный эффект, металлокомплексы, в отличие от большинства уже известных антигипоксантов, действовали на животных угнетающе, тормозя их моторную активность, снижая температуру тела и замедляя частоту сердечных сокращений и дыхания. Так возникла гипотеза о прогипоксическом действии металлокомплексных соединений, которые помогают, но «неправильным» способом, через угнетение работы митохондрий, а не через ее оптимизацию [2, с. 103].

Цель. Поиск способа, позволяющего различить в механизмах действия антигипоксантов антигипоксический и прогипоксический эффекты.

Методы исследования. В эксперименте использовали 42 линейные мыши-самца массой 25 г. Состояние острой гипоксии с гиперкапнией (гипоксию замкнутого пространства) моделировали, помещая пары животных в стеклянные герметично закрывающиеся емкости (конические колбы) объемом 0,5 л [3]. Резистентность к гипоксии оценивали по показателю продолжительности жизни. В опытах использовали 3 схемы, т.е. варианта пар мышей (в каждой – по 7 пар): 1) контроль + контроль, 2) контроль + антигипоксант, 3) антигипоксант + антигипоксант.

В качестве фармакологической защиты использовали вещества, зарекомендовавшие себя ранее как высокоэффективные протекторы гипоксии: из аминотиоловой группы – амтизол (антигипоксант), 2) из группы металлокомплексов – πQ2721 (прогипоксант). Вещества вводили внутрибрюшинно в дозах 50 и 100 мг/кг за 60 мин. до помещения животных в герметичные емкости.

Статистический анализ результатов осуществляли с помощью методов вариационной статистики [4]. Для количественной оценки типичности признака использовали медиану. Для оценки вариации использовали нижний квартиль, верхний квартиль и межквартильный интервал. Различия между сравниваемыми параметрами считали достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Известно, что продолжительность жизни лабораторной мыши с массой тела 25 г в герметичной емкости объемом 250 мл составляет, в зависимости от вида породы, 25-35 мин. [1; 3; 5].

В опытах помещали контрольных животных парами в емкости по 500 мл, т.е. превышающие стандартный объем в 2 раза – по 250 мл на каждую особь. Средняя продолжительность жизни для 14 мышей контрольной группы составила 25,6 мин. При этом, для тех, что погибли первыми – 23,3 мин., а для проживших дольше – 28,0 мин. Разница в продолжительности жизни составила 4,7 мин.

Далее использовали схему №2 – контроль + антигипоксант. Первым испытанным веществом стал амтизол. Как показали результаты этих экспериментов, в дозе 50 мг/кг амтизол демонстрировал сравнительно слабый защитный эффект. Максимальное увеличение продолжительности жизни на фоне действия антигипоксанта достигло 49 мин. В среднем резистентность защищенных мышей составила 28,8 мин., т.е. превысила аналогичный показатель в контроле на 7,3 мин. (+24%). Важно отметить, что по сравнению с контрольным значением, установленным для интактных мышей, продолжительность жизни мышей в паре с получившими амтизол, снизилась на 4,1 мин.

Применение амтизола в дозе 100 мг/кг оказалось более эффективным. Практически у всех мышей, получивших фармакологическую защиту, существенно повысилась резистентность к острой гипоксии. Средний показатель составил 41 минуту, что на 60% превысило в контроле. Однако продолжительность жизни мышей, не получивших фармакологической защиты, составила всего 19,0 мин., т.е. сократилась еще на 1,5 мин. по сравнению опытами, где амтизол был применен в дозе 50 мг/кг.

Представлялось интересным проследить за животными, получившими в паре одинаковую фармакологическую защиту по схеме № 3 антигипоксант + антигипоксант, т.е. амтизол + амтизол в дозах 50 и 100 мг/кг.

У мышей, получивших дозу 50 мг/кг, положительный результат оказался ниже, чем у интактных мышей (схема №1 контроль + контроль), составив всего 22,8 мин. В свою очередь, амтизол в дозе 100 мг/кг, также оказался малоэффективен: продолжительность жизни мышей в этой серии составила всего 31,2 мин.

Вторым исследованным веществом явилось металлокомплексное соединение πQ2721, где цинк является металлом-комплексообразователем, а лигандами служат диселенодипропионовая и уксусная кислота.

Как было установлено, в дозе 50 мг/кг вещество πQ2721 значительно повышало резистентность мышей к острой гипоксии с гиперкапнией. Результат составил 45,8 мин., что на 80% выше контрольного значения. При этом средняя продолжительность жизни незащищенных мышей оставалась обычной – 25,5 мин.

Использование дозы металлокомплекса в 100 мг/кг оказало еще более выраженный эффект. Средняя продолжительность жизни животных в условиях острой гипоксии достигла 55 мин., т.е. стала в 2,14 раза больше контроля. Но что особенно впечатлило, так это то, что продолжительность жизни мышей, не получавших фармакологическую защиту, тоже значительно возросла, составив 35,9 мин., превысив контрольное значение на 40%.

Постановка опытов с веществом πQ2721 по схеме № 3 антигипоксант + антигипоксант тоже оказалась результативной. В дозе 50 мг/кг металлокомплекс обеспечил сравнительно скромный эффект, при котором продолжительность жизни мышей достигла 29,5 мин., что тем не менее

превысило контрольный показатель и эффект амтизола в аналогичной дозе. Однако после введения парам мышей вещества πQ2721 в дозе 100 мг/кг они прожили в среднем 59 мин. Это максимальный средний результат, полученный в представленной работе.

Таким образом, результаты исследования показали, что в условиях острой гипоксии пары мышей, получавших антигипоксант аминотиолового происхождения (амтизол) и металлокомплекс (πQ2721), по-разному проявляют свои защитные свойства, что также существенно отражается и на состоянии не получавших фармакологическую защиту «соседей».

Признанный «классическим» антигипоксант амтизол [3], как выяснилось, продлевает жизнь животного не только за счет фармакодинамических эффектов, но также за счёт использования ресурса своей пары, сокращая ей продолжительность жизни. При этом, в случае введение амтизола обеим мышам резко ограничивает его совокупное защитное действие.

В свою очередь, металлокомплекс πQ2721 не только обеспечивает повышение продолжительности жизни мышей при его использовании в парах, но также повышает возможность выживания «соседа», оставшегося без фармакологической защиты.

Выводы.

1. Антигипоксант амтизол в дозе 100 мг/кг продемонстрировал феномен «обкрадывания» интактных мышей в плане возможности потребления кислорода.

2. Вещество πQ2721, относящееся к прогипоксантом и, предположительно, должное терять свою эффективность в паре с интактным животным, напротив, проявляет себя как более эффективное, в сравнении с амтизолом.

3. Интактные мыши благодаря введению металлокомплекса πQ2721 их «соседу» по паре прожили гораздо дольше, чем животные контрольной группы.

4. Способ помещения мышей парами в состояние острой экзогенной гипоксии можно использовать для уточнения механизма действия антигипоксантов, относящихся к разным фармакологическим группам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прекондиционирование к острой экзогенной гипоксии соединениями металлокомплексной природы в эксперименте / О. А. Мосин, А. В. Евсеев, В. А. Переверзев [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2025. – Т. 24, № 2. – С. 15–24.

2. Парфёнов, Э. А. Сопрягающие эффекторы редокс-регуляции как факторы самозащиты / Э. А. Парфёнов. – Saarbrucken : Lap Lambert Academic Publishing, 2016. – 396 с.

3. Влияние новых металлокомплексных веществ на устойчивость мышей к острой гипобарической гипоксии / А. Э. Беленький, А. В. Евсеев, М. А. Евсеева [и др.] // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2021. – Т. 20, № 1. – С. 26–32.

4. Лямец, Л. Л. Методика проверки гипотезы о нормальном распределении малой выборки в фармакологических исследованиях / Л. Л. Лямец, А. В. Евсеев // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. – 2019. – Т. 18, № 1. – С. 55–66.

5. Surmenev, D. V. The impact of the new metal-complex (ZnII) selenium-containing compound πQ2721 on the resistance of rats to acute hypoxic hypoxia / D. V. Surmenev, A. V. Evseev, M. A. Evseeva // Chronicles of Pharmaceutical Science. – 2018. – Vol. 2, iss. 2. – P. 493–501.

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕНОТИПОВ RS2073617 ГЕНА TNFRSF11B (OPG) У НАСЕЛЕНИЯ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Обухович А. Р.[1], Иоскевич Н. Н.[1], Ждонец С. В.[2], Антухевич Е. И.[2], Дайнович В. А.[2]

[1]Гродненский государственный медицинский университет
[2]Гродненская университетская клиника
Гродно, Беларусь

Введение. В последние десятилетия активно развиваются молекулярно-генетические направления, в том числе и в медицине. Интерес ученых связан не только с пониманием патогенеза заболеваний, но и с возможностью влияния на ход их течения. Ген TNFRSF11B (OPG) расположен на хромосоме 8q23-24 [1, с. 703]. Наиболее распространенными его полиморфизмами являются 950T/C в локусе rs2073617, 1181 G/C в локусе rs2073618, 163A/G в локусе rs3102735 и 245T/G в локусе rs3134069. В литературе можно встретить данные о влиянии полиморфизмов гена TNFRSF11B (OPG) на атеросклероз различных локализаций, остеопороз, синдром диабетической стопы [2, с. 228; 3, с. 5; 4, с. 580], однако данные эти носят неоднозначный характер.

Полиморфизм rs2073617 находится в промоторной зоне гена TNFRSF11B (OPG) и участвует в транспорте, транскрипции и продукции белка остеопротегерина [5, с. 8].

Цель. Изучить распределение генотипов полиморфизма rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG) среди населения Гродненской области.

Методы исследования. На базе отделения гнойной хирургии учреждения здравоохранения «Гродненская университетская клиника» в период с 2021 по 2024 гг. были обследованы 272 пациента. Из них мужчин 176 (72,1%), женщин − 96 (27,9%). Медиана возраста обследуемых пациентов была равна 64 года (56; 71). Среди сопутствующих заболеваний были артериальная гипертензия – у 210 пациентов (77,2%), атеросклеротический кардиосклероз – у 155 (57,0%), постинфарктный кардиосклероз – у 55 (20,3%), атеросклероз артерий нижних конечностей – у 221 (81,3%), сахарный диабет (СД) – у 128 (47,1%) у всех 2-го типа, различные виды нарушения мозгового

кровообращения – у 31 (11,4%), хроническая обструктивная болезнь легких − у 7 (2,6%), аутоиммунный тиреоидит – у 3 (1,1%).

На проведение исследования получено положительное решение этической комиссии УО «Гродненский государственный медицинский университет», УЗ «Гродненская университетская клиника» и письменное согласие пациентов.

Всем пациентам производился забор венозной крови из локтевой вены утром натощак.

Выделение геномной ДНК проводилась из образцов крови, набранных с использованием вакуумных систем с ЭДТА, и комплекта реагентов для выделения ДНК из цельной крови методом магнитной сорбции (производство СООО «Синтол», РФ «М-сорб-кровь»).

Полиморфный статус rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG) определялся методом аллельной дискриминации с использованием полимеразной цепной реакции в режиме реального времени (ПЦР-РВ) и флуоресцентно-меченых зондов. Олигонуклеотидные праймеры и зонды выбирались на референсной последовательности 12-й хромосомы 38-й сборки генома ДНК человека NC_000008.11 (chr8:118952044 (GRCh38.p14)), доступной в бесплатной онлайн базе NCBI. Данные о вариантах rs2073617 и последовательности близлежащих нуклеотидов были получены с помощью раздела SNP базы NCBI. ПЦР-РВ проводилась с использованием реагентов ОДО «Праймтех» (Беларусь).

С помощью онлайн-калькулятора произведен расчет соответствия распределения генотипов и аллелей в выборке пациентов равновесию Харди-Вайнберга.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatSoft STATISTICA 10,0 для Windows и языка программирования «R». Пороговое значение уровня значимости было принято равным 0,05.

Результаты и их обсуждение. Распределение всех генотипов соответствовало распределению Харди-Вайнберга. По результатам генотипирования полиморфизма rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG) установлена частота гомозиготного генотипа GG у 27,57% обследованных лиц, гетерозиготного GA – 47,43%, гомозиготного AA – 25,0%.

Дополнительно проведен анализ распределения генотипов в зависимости от полового признака. Доминантный генотип GG обнаруживался у 26,02% мужчин и 31,58% женщин, гетерозиготный GA – у 50,0% мужчин и 40,79% женщин, гомозиготный рецессивный AA – у 23,98% мужчин и 27,63% женщин.

Проведен анализ распределения генотипов полиморфизма rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG) в зависимости от наличия СД 2-го типа. Получены следующие результаты: частота генотипа GG 28,12% при наличии СД 2 типа (vs 27,08% у пациентов без СД), генотипа GA – 49,22% при СД 2 типа (vs 45,83% у пациентов без него), TT – 22,66% vs 27,08% соответственно.

Анализ распределения генотипов полиморфизма rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG) в зависимости от наличия атеросклероза артерий нижних

конечностей выявил следующее: частота генотипа GG 29,41% у пациентов с атеросклеротическим поражением артерий нижних конечностей (vs 27,15% у пациентов без него), генотипа GA – 49,02% vs 47,06%, AA – 21,57% vs 25,79% соответственно.

Выводы. У населения Гродненской области доминирует гетерозиготный генотип GA полиморфизма rs2073617 гена TNFRSF11B (OPG). Связь данного полиморфизма с половым признаком, наличием СД 2-го типа, атеросклерозом артерий нижних конечностей не установлена.

ЛИТЕРАТУРА

1. OPG rs2073617 polymorphism is associated with upregulated OPG protein expression and an increased risk of intervertebral disc degeneration / J. B. Xue, X. L. Zhan, W. J. Wang [et al.] // Experimental and therapeutic medicine. – 2016. – Vol. 12, № 2. – P. 702–710.

2. Артериальная кальцификация, атеросклероз и остеопороз: только клинические ассоциации или генетическая платформа? / И. А. Скрипникова, М. А. Колчина, А. Н. Мешков [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2021. – Т. 20, № 7. – С. 224–236.

3. Integrative Analysis Confirmed the Association between Osteoprotegerin and Osteoporosis / H. Tang, X.-W. Zhu, L.-F. Wu [et al.] // Chinese medical sciences journal. – 2019. – Vol. 34, № 2. – P. 147–156.

4. Genetic Polymorphisms and the Risk of Diabetic Foot: A Systematic Review and Meta-Analyses / J. Zhao, L-X. Zhang, Y-T. Wang [et al.] // The International Journal of Lower Extremity Wounds. – 2022. – Vol. 21, № 4. – P. 574–587.

5. Wu, J. Osteoprotegein SNP associations with coronary artery disease and ischemic stroke risk: a meta-analysis / J. Wu, X. Li, F. Gao // Bioscience reports. – 2020. – Vol. 40, № 10. – Art. BSR20202156.

НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ

Окулевич А. А, Шевчук И. А., Орехов С. Д., Дорохина Л. В.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Расстройство пищевого поведения (РПП) очень распространенная проблема современного общества, что объясняется высоким уровнем стресса, развитием тревожности и депрессии, недостатком физической активности и проблемным влиянием социальных сетей. По данным Galmiche et al., число людей, страдающих расстройствами пищевого поведения с 2000 по 2018 год, удвоилось – с 3,5% до 7,8%. При этом распространенность трех основных расстройств пищевого поведения выявлена у 13,6 миллионов человек (0,2% мужчин и 1,4% женщин страдает нервной анорексией; 0,6% мужчин и 1,9% женщин – нервной булимией; у 1,0% мужчин и 2,8% женщин отмечено

компульсивное переедание [1, с. 1403]. Однако общее число людей с деструктивным пищевым поведением в мире на 2020 год, по данным Академии расстройств пищевого поведения (Deloitte Access Economics), составляло 55,5 миллионов человек, что перемещало РПП с 110-го на 73-е место среди причин смертности и инвалидизации населения. По отчетам этой же организации за 2025 год РПП в мире страдают уже 70 миллионов. В Беларуси, согласно данным Министерства здравоохранения, проблема РПП становится все более актуальной – около 1-2% молодежи в возрасте 15-24 лет может страдать от этих расстройств. Не существует одной причины развития РПП, это сложные заболевания, при которых наблюдается сочетание нескольких факторов. Это могут быть как генетические факторы, так и современные общественные представления, включающие культуру диет и культ стройности, способствующих развитию психологической уязвимости. Одной из особенностей личностных характеристик в этом случае является тревожность, которая может стать благодатной средой для формирования РПП. Студенты подвержены более высокому риску РПП по сравнению с общей популяцией, что обусловлено уникальным сочетанием высокого уровня стресса, связанным с обучением и экзаменами, нарушением сна и, в тоже время, ментальной стратегией перфекционизма. По данным, литературы у студентов-медиков РПП встречается чаще – в 14-15% случаев, что может приводить в дальнейшем к более высокому риску развития заболеваний [2].

Цель. Проанализировать связь нарушений пищевого поведения с тревожностью у студентов медицинского университета.

Методы исследования. В кросс-секционном исследовании с помощью Интернет-ресурса Google после информированного согласия проведено анонимное онлайн-анкетирование 373 студентов 2 курса Гродненского государственного медицинского университета (78 юношей и 295 девушек). Для оценки степени выраженности отклонений в пищевом поведении использовался опросник EAT-26 (Eating Disorder Risk), состоящий из 26 вопросов с шестью вариантами ответа. Оценка проводилась по шестибалльной шкале Лайкерта (0 – «никогда», «редко» или «иногда»; 1 – «часто»; 2 – «обычно»; 3 – «всегда»). Для оценки выраженности симптомов физической и когнитивной тревоги использован опросник Бека (BAI), состоящий из 21 вопроса. Интерпретация шкалы тревоги основана на сумме баллов по всем пунктам: 0-9 баллов – отсутствие тревоги, 10-21 балл – незначительный уровень тревоги, 22-35 баллов – средняя выраженность тревоги, а 36-63 балла – очень высокая тревога. Полученные данные собраны в электронные таблицы Microsoft Excel и статистически обработаны с помощью программного обеспечения Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что отсутствие и низкий уровень тревоги отмечают 82,05% юношей и 61,36% девушек (p=0,001) нашего университета. Умеренная тревожность способствует адаптации студентов к учебной нагрузке. Тревожность средней степени установлена у 12,82% юношей

и 25,42% девушек (p=0,012). Очень высокий уровень тревоги, выявленный у 5,13% юношей и 13,22% девушек (p=0,024), действует как негативный фактор – может приводить к ухудшению психоэмоционального состояния и учебной мотивации. Отсутствуют РПП у подавляющего числа девушек (85,76%) и юношей (96,15%) ГрГМУ. Признаки нарушения пищевого поведения, в большинстве направленные на избыточное пищевое самоограничение и бессистемные слишком строгие диеты, отмечены у 14,24% девушек и 3,85% юношей (p=0,008).

У испытуемых с различным уровнем тревожности выявлен ряд отличий показателей EAT-26 при использовании теста Манна-Уитни. У девушек с минимальным уровнем тревожности по шкале тревоги Бека показатели EAT-26 составляют 3,0 балла [1,0; 6,0], что недостоверно ниже в сравнении с девушками, у которых отмечалась лёгкая тревожность 4,0 [2,0; 7,0] (p=0,179). У девушек с умеренной тревожностью значения EAT-26 составляют 6,5 балла [4,0; 13,0], что достоверно выше, чем у девушек с минимальным уровнем тревожности (p=0,001). Еще более выраженное повышение показателей EAT-26 характерно для девушек с высокой тревожность 11,0 баллов [5,0; 20,0], (p=0,0001). Также достоверные различия установлены по EAT-26 между группами девушек с легкой тревожностью 4,0 [2,0; 7,0] по сравнению с испытуемыми с умеренной и выраженной тревожностью, в обоих случаях p=0,0001.

У юношей, по мере увеличения тревожности, почти не меняются значения EAT-26, и только у испытуемых с очень высокой тревожностью отмечается достоверное отличие от группы с легкой тревожностью – 11,0 баллов [3,5; 15,0] и 4,0 балла [1,0; 5,0] соответственно; (p=0,039). *Следовательно, для девушек характерна более выраженная зависимость риска РПП от тревожности, наблюдаемая даже при ее небольшом увеличении. У юношей достоверный рост риска РПП* обнаруживается только при сравнении групп с легкой и тяжёлой тревожностью.

Для выявления вариантов соотношений между тревожностью и РПП был проведен кластерный анализ (метод К-средних). Все испытуемые были разделены на пять групп с учетом результатов по EAT-26 и шкалы тревоги Бека. В первый кластер вошли испытуемые с максимальными значениями тревожности и одним из самых высоких (но не выходивших за границы нормы) показателей *РПП.* В этом кластере оказались 17,63% из протестированных девушек и 7,69% из опрошенных юношей. Второй кластер сформировался из испытуемых с умеренной тревожностью и слегка повышенными (но не выходящими за границы нормы) показателями *РПП. В этот кластер вошли* 31,86% девушек и 14,1% юношей. В третий кластер вошли испытуемые с легкой тревожностью и самыми низкими показателями *РПП. Этот кластер составили* 26,44% *девушек* и 37,18% юношей. Четвертый кластер образовали испытуемые с минимальной тревожностью и отсутствием *РПП* – 20,68% девушек и 41,03% юношей. Пятый кластер сформировали исключительно

девушки (3,39% от *всех опрошенных).* Он характеризовался тяжёлой тревожностью и в *100*% клинически значимыми уровнями *риска РПП.*

Выводы. В результате проведенного исследования установлена значимая гендерная асимметрия в распространенности психоэмоциональных и поведенческих нарушений среди студентов-медиков. Девушки демонстрируют более высокую уязвимость: очень высокий уровень тревоги по шкале Бека регистрируется у них в 2,5 раза чаще, чем у юношей, а признаки расстройств пищевого поведения (преимущественно в виде жестких диет и самоограничений) – почти в 4 раза чаще. У девушек рост риска РПП происходит линейно и проявляется уже при переходе от минимальной тревожности к умеренной, в то время как у юношей показатели риска РПП остаются стабильными в широком диапазоне и достоверно возрастают исключительно при достижении критического уровня тревоги. Метод кластерного анализа позволил верифицировать группу максимального психосоматического риска, состоящую исключительно из лиц женского пола (3,39% от общей выборки девушек), что требует разработки для данного контингента особых программ психологической помощи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Prevalence of eating disorders over the 2000-2018 period: a systematic literature review / M. Galmiche, P. Déchelotte, G. Lambert [et al.] // Am J Clin Nutr. – 2019. – Vol. 109, № 5. – P. 1402-1413.

2. Time to address Eating Disorder Risk among medical students / S. Mabee, H. Blefeld, W. Mayer [et al.] // *Behav Sci.* – 2026. – Vol. *16.* – *Art.* 899.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ГРГМУ

Орехов С. Д., Емельянчик Ю. М.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

5 мая 1959 г. был подписан приказ о зачислении первым сотрудником кафедры нормальной физиологии доцента И. К. Жмакина, который после этого приступил официально к работе в нашем вузе. Долгие годы кафедрой руководил Жмакин Игорь Константинович (1969-1998 гг.). В это время в большинстве стран мира отмечалось быстрое старение населения и, как следствие, бурное развитие геронтологии. В связи с этим одним из важных направлений в учебном процессе и научных исследованиях, развиваемых профессором Жмакиным, была возрастная физиология. В признанном учебнике

Смирнова по нормальной физиологии [1, с. 10]. (соавтор Жмакин И. К.) все вопросы физиологии пожилых написал Жмакин И. К. С 1999 года он являлся Членом-корреспондентом международной Академии Геронтологии.

Учитывая значение знаний геронтологии в практике современного врача, все основные разделы в программе лечебного факультета обязательно включают вопросы физиологии пожилого возраста. В методических и лекционных материалах приводится динамика физиологических параметров в процессе старения. Данные вопросы обсуждаются на практических и итоговых занятиях и включены экзаменационные билеты.

Учитывая возрастающую потребность в детских врачах на западе Белоруссии в 1968 году (через 10 лет от начала функционирования), в Гродненском медицинском институте была выделена первая педиатрическая группа субординаторов. И только в 1979 году был образован педиатрический факультет. И. К. Жмакин обращал особое внимание на профилизацию на данном факультете.

Первоначально на кафедре нормальной физиологии использовались советская типовая и учебная программа по нормальной физиологии для педиатрических факультетов, которые включали вопросы физиологии плода, новорожденного и детей различного возраста, одним из соавторов которых был И. К. Жмакин [2]. В дальнейшем в конце девяностых годов двадцатого века в Республике Беларусь была принята собственная программа, разработанная с участием сотрудников нашей кафедры. С 2005 года на кафедре использовалась типовая учебная программа по дисциплине «Нормальная физиология» для специальности 1-79 01 02 «Педиатрия» высшего медицинского образования Республики Беларусь, составленная в соответствии с Государственным образовательным стандартом: «Высшее образование. Специальность М.01.01.00 «Лечебно-профилактическое дело» 30.12.1998 г., регистрационный № РД РБ 02100.5.214-98. В 2022 году на кафедре нормальной физиологии учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» была разработана новая версия учебной программа по нормальная физиологии для специальности 1-79 01 02 «Педиатрия» Составители программы: заведующий кафедрой, профессор В. В. Зинчук, доцент С. Д. Орехов; доцент С. В. Глуткин.

В качестве основных источников информации по физиологии детского организма на нашей кафедре используются учебник В. М. Смирнова по нормальной физиологии и монография под редакцией В. Н. Шестаковой, Д. В. Сосина и Ж. Г. Чижовой «Особенности развития ребенка в процессе роста» [3].

Для точной оценки нормального состояния любой функции необходима ее привязка к возрасту. На наш взгляд, простая и удобная классификация периодизации развития детей приведена Завьяловым и Смирновым. В описании динамики физиологических параметров мы основываемся на этой классификации. В методических и лекционных материалах приводятся

основные нормативы физиологических параметров для различных возрастов. Теоретические вопросы по возрастным особенностям рассматриваются на практических и итоговых занятиях и включены экзаменационные билеты.

На кафедре периодически издаются практикумы, в которых отражается профильная информация по физиологии пожилого возраста и физиологи детей различного возраста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физиология человека : учебник / под ред. В. М. Смирнова. – М. : Медицина, 2001. – 608 с.

2. Дополнение к программе по нормальной физиологии для студентов педиатрических факультетов / подгот. В. Д. Глебовским, Л. С. Горожаниным, И. К. Жмакиным, Л. А. Милютиной. – Москва, 1983. – 13 с.

3. Особенности развития ребенка в процессе роста. Современная коррекционная помощь при дефектах речи // под ред. В. Н. Шестаковой, Д. В. Сосина, Ж. Г. Чижовой. – Смоленск, 2025. – 238 с.

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КАЧЕСТВО СНА СТУДЕНТОВ ВУЗА

Останина С. Д., Крысь В. А., Балбатун О. А., Орехов С. Д.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Наряду с фотопериодичностью, низкая внешняя температура является важным фактором, регулирующим выработку мелатонина. Холод усиливает экспрессию генов образования мелатонина AANAT и ASMT, которые являются важными ферментами для его биосинтеза. Повышенный уровень мелатонина, вызванный низкой температурой, в свою очередь, улучшает иммунный ответ, повышая уровни IL1, 6 и 10, а также CD3. Кроме того, мелатонин, как мощный антиоксидант и агент термолиза, повышает устойчивость организма к холоду [1, с. 704]. **С наступлением темноты** температура тела под влиянием циркадных ритмов самопроизвольно снижается на 0,5-1°С, что является одним из физиологических триггеров засыпания. Прохлада способствует выработке мелатонина, снижению температуры тела, быстрому засыпанию и глубокому сну. Перегретая комната тормозит температурный сигнал, и это одна из самых игнорируемых причин нарушения естественного сна [2, с. 22].

Цель. Оценить влияние температуры помещения на качество сна девушек и юношей младших курсов медицинского вуза.

Методы исследования. В исследовании участвовали 120 студентов (девушки, n=76, юноши, n=44) в возрасте 17-22 лет 1-2 курса ГрГМУ. Измерялись температура в комнате перед сном и температура тела. Качество сна за последние четыре недели изучали при помощи Питтсбургского индекса качества сна (PSQI). Определяли общий индекс качества сна (0-21 балл) и его семь компонентов (0-3 балла): субъективное качество сна, латентность, длительность, эффективность сна, ночные нарушения, использование снотворных и дневная сонливость. Успеваемость рассчитывали как средний балл двух сессий до исследования. Результаты обрабатывались при помощи программы STATISTICA. Использовали ранговый коэффициент корреляции Спирмена (r) и U-критерий Манна-Уитни. Результаты представлены в виде медианы, 25-го и 75-го процентилей: Mdn (P25‰-75‰).

Результаты и их обсуждение. У 40% студентов температура в комнате перед сном была оптимальной. 17% спали в перегретом помещении (более 22°C). В условиях завышенной температуры (21-22°C) находились 43% учащихся. Согласно нормам, оптимальная температура помещения для сна – 16-20°C. Выше 22°C комната считается перегретой. Жаркая комната, с температурой выше 24°C, провоцирует частые пробуждения и беспокойный сон. Слишком холодное помещение (менее 16°C) затрудняет засыпание, вызывает холодовую дрожь и вынуждает организм тратить ресурсы на согревание [3, с. 460].

У всех испытуемых общий индекс качества сна составлял 9 (6,5-10) баллов. Здоровый сон (5 и менее баллов) наблюдался только у 18% опрошенных. У девушек данный индекс – 9 (8-11) баллов – был достоверно выше (ниже качество сна), чем у юношей: 8 (6-9) баллов ($p<0,05$). Также у девушек было статистически значимо больше жалоб на качество сна и меньше его длительность, по сравнению с юношами. На половые различия в организации сна и его субъективной оценке указывают как более ранние исследования, так и выполненные в последние годы. Женщины предъявляют больше жалоб на плохое качество сна, ночные пробуждения и длительный период засыпания (210 человек, Duke University, Suarez E. C., 2008). Женщинам нужно спать в среднем на 30-60 минут больше, чем мужчинам, что связано с многозадачностью мозга и повышенной эмоциональностью (950 человек, Loughborough University, Horne J., 2006). Основной вклад в долю студентов медуниверситета с плохим качеством сна весной вносят девушки (435 человек, Владикавказский научный центр Российской академии наук, Беляева В. А., 2024) [1]. Наши результаты согласуются с этими данными.

Повышение температуры в помещении сопровождалось уменьшением длительности сна ($r=0,212$, $p<0,05$) и, парадоксально, незначительным повышением субъективной оценки качества сна ($r=-0,193$, $p<0,05$). Только у девушек более теплое помещение во время сна вызывало повышение дневной сонливости ($r=0,264$, $p<0,05$). У юношей повышение температуры в комнате сопровождалось уменьшением эффективности сна ($r=0,358$, $p<0,05$) и

повышением температуры тела (r=0,618, p<0,05). Девушки предпочитали спать в более теплом помещении: 21 (20-23)°C, по сравнению с юношами: 20 (19-22)°C, p<0,05. Наличие сильной корреляции между температурой помещения и тела во время сна у юношей (r=0,618, p<0,05) и ее, практически полное, отсутствие у девушек (r=0,179, p>0,05), свидетельствуют о выраженных половых особенностях температурного баланса у молодых лиц во время сна.

При анализе влияния изучаемых показателей на успеваемость выявлено негативное влияние приема снотворных на средний балл у всех испытуемых (r=-0,416, p>0,05). У девушек более высокая успеваемость сопровождалась субъективным ухудшением качества сна (r=0,312, p<0,05) и повышением дневной сонливости (r=0,305, p<0,05). У юношей хорошая успеваемость коррелировала с учащением эпизодов нарушения сна (r=0,345, p<0,05).

Выводы. Большинство студентов (83%) спят в комфортных температурных условиях. Однако перегрев помещения сопровождается явным снижением качества сна. Наиболее вероятный механизм ухудшения сна при повышении окружающей температуры – уменьшение выработки в организме мелатонина. Наблюдаются выраженные половые различия в количестве и характере нарушений сна. Юношам и, особенно, девушкам, обучающимся в вузе, следует обратить внимание на соблюдение норм физиологического сна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Association of Melatonin Production with Seasonal Changes, Low Temperature, and Immuno-Responses in Hamsters / X. Xu, X. Liu, S. Ma [et al.] // Molecules. – 2018. – Vol. 23, № 3. – P. 703-0715.

2. Влияние гигиены сна на качество ночного сна и дневную сонливость у студентов-медиков / Л. С. Войщев, О. Н. Павлова, А. В. Захаров [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 3(33). – С. 21-31.

3. Сезонные изменения качества сна студентов как предикторы «адаптационной» инсомнии / В. А. Беляева, Ф. С. Датиева, М. И. Нартикоева [и др.] // Научные результаты биомедицинских исследований. – 2024. – Т. 10, № 3. – С. 457-474.

К ВОПРОСУ О ПАРАКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА СОСУДОВ

Панькова М. Н.

Институт физиологии имени И. П. Павлова Российской академии наук
Санкт-Петербург, Россия

Введение. Необходимый и достаточный уровень кровоснабжения органов и тканей обеспечивается соответствующим уровнем тонуса сосудов, поддержание которого осуществляется благодаря балансу между вазоконстрикцией и вазодилатацией, в контроль которого вовлечены различные

уровни регуляции. В последние десятилетия наши представления об ауто/паракринной регуляции были существенно расширены. Принципиально важное значение имело открытие в 80-90 г.г. прошлого столетия новой функции эндотелия: его влияния на сократительную активность гладких мышц сосудов [1]. На рубеже веков наметилась следующая ступень регуляции, которая обеспечивается жировой тканью (ЖТ), эндокринные эффекты которой всё больше находятся в фокусе внимания исследователей. Но особенно актуально в поддержании сосудистого тонуса влияние со стороны ЖТ, расположенной рядом с сосудом – периваскулярной жировой ткани (ПВЖТ) [2, 3]. Ряд авторов считают её 4-м слоем сосудистой стенки, другие – частью адвентиции [4]. Вещества, вырабатываемые ПВЖТ, оказывают паракринное действие на сократительную активность гладких мышц [5], осуществляя тонкую настройку в соответствии с метаболическими потребностями.

Цель. Изучение паракринных влияний ПВЖТ на сократительную деятельность гладких мышц аорты в условиях нормы и при ожирении.

Методы исследования. Работа выполнена на препаратах изолированной аорты крыс контрольной группы (норма) и диетной группы (ожирение). В исследовании была использована диета кафетерия, включающая разнообразные высококалорийные продукты. Реактивность сосудов оценивали методом проволочной миографии с помощью датчика силы FORT-25 в изометрическом режиме [2]. Статистическую обработку полученных данных проводили при использовании программы GraphPad Prizm.

Результаты и их обсуждение. В контрольной группе животных полученная величина сократительных ответов аорты на стимуляцию альфа-адренорецепторов фенилэфрином (ФЭ) была выше у препаратов, лишенных ПВЖТ, по сравнению с препаратами, где ПВЖТ оставалась интактной. Использование L-NAME в большой степени нивелировало эту разницу, что свидетельствует о вовлеченности оксида азота в данный дилатационный процесс. У крыс диетной группы к моменту окончания диеты отмечали повышенную массу тела, регистрировали висцеральное ожирение, которое оценивали по количеству эпидидимального жира, дислипидемию и гипергликемию. Миографическое исследование, проведенное аналогично исследованию в контроле, позволило установить повышенную вазоконстрикцию на введение ФЭ и отсутствие различий в зависимости от наличия ПВЖТ. Результаты, полученные в серии опытов с использованием ингибиторов NO синтазы и цистатионин-γ-лиазы, являющейся важным ферментом в синтезе эндогенного сероводорода в сердечно-сосудистой системе, показали сходный профиль. Предварительная инкубация с ними препаратов в опытной группе существенно не повлияла на величины сокращения при интактной ПВЖТ и после её удаления. Таким образом, снижение образования эндогенных NO и H_2S при ожирении приводит к уменьшению релаксационного действия ПВЖТ на гладкие мышцы аорты. Кроме вазодилатации, наличие ПВЖТ демонстрирует её способность оказывать

на аортальные препараты вазоконстрикторные влияния, особенно при дисфункциональных нарушениях, имеющих место при ожирении. На фоне предварительной инкубации препаратов аорты с сохраненной ПВЖТ в физиологическом растворе с супероксиддисмутазой (150 Ед/мл) сократительные ответы на ФЭ были снижены почти в 2 раза у крыс с ожирением и только на 10-15% – в контроле. Это свидетельствует о том, что влияние ПВЖТ может быть опосредовано через активные формы кислорода, продукция которых значительно увеличивается при ожирении.

Выводы. Паракринные влияния на сосудистый тонус со стороны ПВЖТ носят выраженный характер и зависят от функционального состояния жировой ткани. В норме они способствуют развитию вазодилатации и осуществляются, в частности, благодаря таким газотрансмиттерам, как NO и H_2S. Дисфункциональные изменения ПВЖТ, происходящие при ожирении, приводят к ослаблению её антисократительного влияния, усиливая вазоконстрикцию. В реализацию этого действия вовлечено как снижение продукции вазорелаксирующих факторов, так и увеличение выработки просократительных веществ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Furchgott, R. F. The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine / R. F. Furchgott, J. V. Zawadzki // Nature. – 1980. – Vol. 288, № 5789. – P. 373-376.

2. Akoumianakis, I. The interplay between adipose tissue and the cardiovascular system: is fat always bad? / I. Akoumianakis, C. Antoniades // Cardiovasc. Res. – 2017. – Vol. 113, № 9. – P. 999-1008.

3. Pankova, M. N. Endothelium-Independent Anti-Contractile Effect of Rat Aorta Perivascular Adipose Tissue at Control and Metabolic Disorders Induced by the Cafe Diet / M. N. Pankova // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. – 2023. – Vol. 596, № 6. – P. 2315-2325.

4. Hillock-Watling, C. The pathobiology of perivascular adipose tissue (PVAT), the fourth layer of the blood vessel wall / C. Hillock-Watling, A. I. Gotlieb // Cardiovasc. Pathol. – 2022. – Vol. 61. – P. 107459.

5. Панькова, М. Н. Периваскулярная жировая ткань: роль в регуляции сосудистого тонуса в норме и при ожирении / М. Н. Панькова, Г. И. Лобов // Успехи физиологических наук. – 2025. – Т. 56, № 3. – С. 24-42.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВОДОРОД: АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА И МОДУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ СИГНАЛЬНЫХ КАСКАДОВ

Рабковская Е. М., Гросс Е. П., Сацута П. П., Ромейко Т. И., Фираго М. Э.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Окислительный стресс, обусловленный избыточным образованием активных форм кислорода, играет ключевую роль в развитии таких заболеваний, как сахарный диабет, атеросклероз и болезнь Альцгеймера, индуцируя воспалительную инфильтрацию, активацию протеаз и повреждение тканей. Эффективным инструментом коррекции этих нарушений может служить молекулярный водород. Интерес к нему возрос после публикации Osawa и соавторов, установивших избирательность антиоксидантного действия водорода, которое заключается в его способности взаимодействовать преимущественно с наиболее активными гидроксильными радикалами, такими как •OH и $ONOO^-$, образование которых происходит в условиях избытка менее активных форм кислорода (АФК), включая пероксид водорода, тогда как другие АФК, выступающие в роли сигнальных молекул, не подвергаются воздействию [1, с. 688, 2].

С тех пор водород активно изучается в контексте трансплантологии, неврологии и терапии преклинических состояний. Водород реализует свои защитные эффекты не только за счет прямого взаимодействия с радикалами, но и косвенно, воздействуя на антиоксидантную систему. Установлено, что под его влиянием возрастает активность эндогенных антиоксидантных ферментов, включая супероксиддисмутазу, каталазу, глутатионпероксидазу и гемоксигеназу-1, что обеспечивает более эффективное устранение повреждающих агентов и предупреждает развитие окислительного повреждения клеток [3, с. 1401].

В норме клеточный гомеостаз поддерживается координированным взаимодействием множества сигнальных систем. Однако избыток АФК вызывает аномальную активацию ряда сигнальных путей, провоцируя воспаление и апоптоз. Молекулярный водород способен ингибировать эти негативные последствия посредством регуляции нескольких ключевых сигнальных систем. Одной из них является каскад Keap1-Nrf2, отвечающий за индукцию эндогенных антиоксидантных ферментов, другой – транскрипционный фактор NF-κB, ассоциированный с регуляцией воспалительных процессов [4].

Система Keap1-Nrf2 рассматривается как фундаментальный механизм антиоксидантной защиты. Itoh и соавторы обнаружили, что в основе её работы лежит ингибирующее действие белка Keap1, который связывает Nrf2 и способствует его деградации протеасомой, препятствуя ядерной транслокации фактора транскрипции. Водород напрямую связывается с Keap1, ингибируя его взаимодействие с Nrf2, что высвобождает Nrf2 и запускает каскад антиоксидантных реакций через активацию генов, содержащих антиоксидантный ответный элемент [4].

В экспериментах на модели клеток нейробластомы SH-SY5Y обработка водородом стимулировала продукцию митохондриального супероксида, что сопровождалось ядерной транслокацией Nrf2 и индукцией антиоксидантных ферментов, что свидетельствует об ослаблении митохондриального окислительного стресса за счёт активации Nrf2. В другом исследовании вода, насыщенная водородом, снижала уровень Keap1 и повышала экспрессию HO-1 и NQO-1, восстанавливая редокс-баланс при цитотоксическом воздействии на почки. На модели дефицитных по Nrf2 мышей было продемонстрировано, что утрата данного фактора существенно ослабляет протективный эффект водорода в лёгочной ткани. Клиническая значимость пути Keap1/Nrf2 подтверждена при атеросклерозе, ишемии-реперфузии миокарда, гипероксическом повреждении лёгких и нефропатиях [5].

Параллельно с Nrf2, водород модулирует активность транскрипционного фактора NF-κB, который локализован в цитоплазме и участвует в регуляции иммунного ответа, реакций на повреждение и стресс, клеточной дифференцировки, апоптоза, а также в подавлении опухолевого роста. При токсическом поражении печени ингаляция водорода уменьшала выраженность окислительного стресса и воспаления путём ингибирования каскада TLR-4/NF-κB, что сопровождалось улучшением состава микробиоты и укреплением кишечного барьера [3, с. 1403]. В экспериментах на крысах с инъекцией β-амилоида водород снижал активность ядерного NF-κB и JNK, что сопровождалось снижением уровня провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF-α, IL-1β) и улучшением когнитивных функций. На модели диабетических крыс с ишемией мозга водород ослаблял постинсультное воспаление через ингибирование фосфорилирования NF-κB в рамках сигнального пути TLR4/NF-κB, способствуя улучшению неврологических функций и выживаемости [6, с. 96]. При ХОБЛ, индуцированной табачным дымом, ингаляция водорода ингибирует пути ERK1/2 и NF-κB, тормозя воспалительную деструкцию лёгочной ткани и прогрессирование патологии [3, с. 1404].

Помимо NF-κB, в регуляции воспаления и апоптоза задействован сигнальный путь MAPK, представленный киназами p38, JNK и ERK, который выступает связующим звеном между внеклеточными сигналами и внутриклеточными ответами, контролируя рост, дифференцировку и гибель клеток. В активированных макрофагах p38-MAPK индуцирует продукцию

провоспалительных цитокинов, включая TNF-α, что обосновывает её рассмотрение как мишени для противовоспалительной терапии. На модели ишемии мозга у новорождённых мышей водород активирует путь MAPK/HO-1, подавляя апоптоз нейронов. При ишемически-реперфузионном повреждении H_2 снижает выраженность воспаления и оксидативного стресса, одновременно стимулируя аутофагию, что также ослабляет стресс эндоплазматического ретикулума и уменьшает органные повреждения [2]. В свою очередь, каскад JNK опосредует воспалительные и апоптотические реакции: при активации TBHP фосфорилирование c-Jun ведёт к угнетению синтеза протеогликанов и повышению продукции MMP-13. Водород противодействует этим процессам, снижая уровень MMP-13 и восстанавливая экспрессию коллагена II типа [7, с. 1396].

Фундаментальное значение пути PI3K/Akt обусловлено его ролью в передаче сигналов, контролирующих деление, апоптоз и жизнеспособность клеток. Ряд работ подтверждает вовлечение этого пути в реализацию защитных эффектов водорода. Ке и соавторы на модели гипоксически-ишемического поражения мозга у новорождённых мышей установили, что водород смягчает неврологические нарушения и подавляет гибель нейронов через Akt, при этом снижение фагоцитарной активности также опосредовано данным каскадом. В исследовании на кишечной ткани выявлено, что водород-насыщенный раствор угнетает экспрессию miR-199a-3p, оказывая антиапоптотическое действие через путь IGF-1/PI3K/Akt/mTOR при ишемически-реперфузионном повреждении. На модели кардиопульмонального шунтирования у крыс водород-обогащённый раствор ослаблял повреждение мозговой ткани и тормозил апоптоз эндотелиоцитов через путь PI3K/Akt/GSK-3β [3, с. 1404].

Таким образом, молекулярный водород проявляет многогранное цитопротективное действие, которое не ограничивается прямой нейтрализацией свободных радикалов. Он модулирует активность ключевых сигнальных систем – Keap1/Nrf2, NF-κB, MAPK и PI3K/Akt. Взаимодействие этих путей формирует сложную регуляторную сеть, обеспечивающую комплексную защиту тканей при окислительном стрессе, что открывает новые перспективы для терапевтического применения водорода при различных заболеваниях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Hydrogen Acts as a Therapeutic Antioxidant by Selectively Reducing Cytotoxic Oxygen Radicals / I. Ohsawa, M. Ishikawa, K. Takahashi [et al.] // Nature Medicine. – 2007. – Vol. 13, № 6. – P. 688-694.

2. Kura, B. The Protective Role of Molecular Hydrogen in Ischemia/Reperfusion Injury / B. Kura, J. Slezak // International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Vol. 25, № 14. – Art. 7884.

3. The Molecular Biological Mechanism of Hydrogen Therapy and Its Application in Spinal Cord Injury / Q. Hu, Y. X. Li, Z. C. Lin [et al.] // Drug Design, Development and Therapy. – 2024. – Vol. 18. – P. 1399-1414.

4. Molecular Hydrogen Mechanism against Oxidative Stress and Application in Periodontitis: A Review / J. X. Ying, K. Zhang, Y. W. Huang [et al.] // Medicine. – 2025. – Vol. 104, №10. – Art. 41800.

5. Hydrogen: A Rising Star in Gas Medicine as a Mitochondria-T argeting Nutrient via Activating Keap1-Nrf2 Antioxidant System / D. Cheng, J. Long, L. Zhao [et al.] // Antioxidants. – 2023. – Vol. 12, № 12. – Art. 2062.

6. Molecular Hydrogen Mediates Neurorestorative Effects After Stroke in Diabetic Rats: the TLR4/NF-κB Inflammatory Pathway / W. Ch. Yang, T. T. Li, Q. Wan [et al.] // Journal of Neuroimmune Pharmacology. – 2023. – Vol. 18. – P. 90-99.

7. Hydrogen (H_2) Alleviates Osteoarthritis by Inhibiting Apoptosis and Inflammation via the JNK Signaling Pathway / H. W. Lu, W. Wang, X. D. Kang [et al.] // Journal of Inflammation Research. – 2021. – Vol. 14. – P. 1387-1402.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ СТЕНКИ МАТКИ КРЫС В ДИНАМИКЕ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА

Раткин А. А., Руткевич С. А.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Небеременная матка сохраняет сократительную активность, которая после овуляции направлена на транспортировку гамет, а во время менструаций способствует отторжению эндометрия. Циклическое изменение гормонального фона способствует изменению чувствительности миометрия к различным влияниям в каждую фазу полового цикла. До 80% женщин репродуктивного возраста сталкивается с развитием альгодисменореи – патологического состояния, которое сопровождается интенсивным болевым синдромом, развитием гипо- и гипертермии, тошноты и рвоты, а также других состояний, снижающих качество жизни и препятствующих нормальной работоспособности [1]. Прямая регуляция сокращения гладкомышечных клеток матки осуществляется через их электрическую активность, поэтому ее оценка с помощью электрофизиологических методов позволяет судить о сократительной способности и регуляции функционирования миометрия. В работах на утеромиоцитах показано, что потенциал покоя колеблется в зависимости от фазы эстрального цикла [2], а недавние работы физиологов на миометрии крыс показывают, что спонтанная электрическая активность неодинакова в разные фазы цикла, как и изменения электрогенеза в ответ на стимуляцию соматических нервов [3, 4].

Матка постоянно подвержена механическим воздействиям через сокращения мышц брюшного пресса, наполнение мочевого пузыря, изменения

брюшного давления вследствие дыхания, перистальтики кишечника, что может способствовать неодинаковым реакциям миометрия в разные фазы цикла. Исследование реакции мышечного слоя матки на растяжение и давление могут быть использованы для уточнения причин возникновения дисменореи, дискоординации менструального цикла и нарушений имплантации эмбрионов.

Цель. Определение рефлекторных изменений электрической активности миометрия в ответ на механическую стимуляцию стенки матки крысы в разные фазы эстрального цикла.

Методы исследования. Исследование проводилось на самках белых беспородных крыс. Наркотизировали животных с помощью уретана из расчёта дозировки 1г/1кг. Доступ к матке обеспечивался через срединную лапаротомию. Электрогистерографию проводили с помощью канала для полиграфической регистрации прибора «Нейрон-Спектр-4П». Прижимные хлорсеребрянные электроды с межэлектродным расстоянием 3 мм располагали в средней трети левого рога матки, заземляющий электрод располагали ипсилатерально за брюшной стенкой. Регистрировали спонтанную электрическую активность в течение 15-20 минут, после чего воздействовали на стенку матки нейлоновым монофиламентом стандартного диаметра 0,3 мм в течение 3-х секунд с последующей регистрацией ЭГГ в течение 10-15 минут. Воздействие в каждом опыте повторяли трижды. Оценивали максимальную и среднюю амплитуду (мкВ), частоту генерации моторных потенциалов (Гц), длительность залпов потенциалов (с) и длительность периодов электрофизиологического покоя. Достоверными считали изменения показателей при $p \leq 0,05$. Данные представлены в виде среднего арифметического ± ошибка среднего (для макс. амплитуды и средней частоты) и медиана (интерквартильный размах) для выборок, не подчиняющихся нормальному распределению. Фазу эстрального цикла определяли по оценке клеточного состава мазка, полученного из влагалища экспериментальных животных и окрашенных красителем по Романовскому. Дифференцировка клеточного состава описана в литературе [5].

Эксперименты проводились в соответствии с общепринятыми международными нормами обращения с лабораторными животными, согласно принципу 3R, а также в соответствии с законом РБ от 1 апреля 2024 г. № 361-З «Об ответственном обращении с животными».

Результаты и их обсуждение. В проэструс (n=4) механическая стимуляция вызывала усиление электрогенеза: после первой стимуляции анализ 30 залпов моторных потенциалов показал, что максимальная амплитуда возросла с 109±10 мкВ до 198±33 мкВ (p=0,02), длительность периодов покоя возросла с 33 до 139 с (p=0,008). После второй стимуляции монофиламентом при анализе 19 залпов электрической активности максимальная амплитуда увеличилась до 214±40 мкВ (p=0,02). Длительность периодов формирования потенциалов возросла до 48 (35-81) с, что достоверно выше в сравнении с фоном (p=0,006). После третей механостимуляции зарегистрировали 18 залпов

моторных потенциалов, среднее значение максимальной амплитуды которых составило 188±37 мкВ, что выше, чем значение при анализе фоновой активности (p=0,05). Другие показатели, характеризующие электрогенез миометрия в проэструс после трех механических воздействий, достоверно не изменялись и по значениям сопоставимы с фоном.

В эструсе (n=5) показатели фоновой активности миометрия при анализе 35 залпов моторных потенциалов имели следующие значения: максимальная амплитуда – 142±15 мкВ, средняя частота генерации осцилляций – 3±0,2 Гц, длительность залпов – 38 (36-54) с, длительность периодов электрофизиологического покоя – 33 (25-52) с. Первое механическое воздействие на стенку матки значимых изменений в электрогенезе не вызывало. После повторной стимуляции длительность залпов увеличилась до 40 (37-56) с (p=0,014), третье применение монофиламента привело к снижению электрической активности, значение максимальной амплитуды составило 89±13 мкВ (p=0,009), частота формирования потенциалов снизилась до 2,3 Гц (p=0,008). Длительность залпов существенно не менялась, а продолжительность периодов покоя возросла до 81 (48-87) с, что является достоверным (p=0,017). Стоит отметить, что в отдельных опытах механическая стимуляция приводила к развитию полного угнетения электрогенеза миометрия.

В метэструс (n=4) первые две механические стимуляции не вызывают значимых изменений в значениях параметров, характеризующих электрическую активность миометрия, за исключением увеличения длительности периодов электрофизиологического покоя после первого воздействия с 28 (19-54) с до 32 (20-41) с (p=0,015). Третье использование нейлонового монофиламента привело к усилению электрической активности: максимальная амплитуда достоверно увеличилась с 76±5 мкВ до 108±10 мкВ (p=0,01), средняя частота формирования потенциалов достоверно возросла с 2 Гц до 2,7 Гц (p=0,04). Длительность залпов не изменялась, а продолжительность периодов покоя увеличилась до 106 (55-139) с, (p=0,006).

В диэструс изменений в электрической активности в ответ на механические воздействия практически не наблюдали. Единственным достоверным изменением было увеличение периодов покоя после третьего механического воздействия с 28 (16-58) с до 46 (41-63) с, но в отдельных опытах наблюдалась тенденция к снижению электрогенеза. После третьей стимуляции максимальная амплитуда равнялась 76±19 мкВ, частота 2,4 Гц, продолжительность залпов 38 (28-47).

Выводы. Рефлекторные ответы миометрия матки крысы, в различных физиологических условиях, не одинаковы. В проэструс при механическом раздражении миометрия наблюдается усиление амплитудных характеристик электрической активности. Механическая стимуляция стенки рога матки в фазу эструс приводит к снижению электрической, а, соответственно, и сократительной активности миометрия, которое может проявляться в полном угнетении электрогенеза. В метэструс установлена тенденция к усилению

электрической активности, которая в большинстве случаев достоверна, но к концу фазы степень выраженности эффекта меньше. Диэструс характеризуется наименьшей чувствительностью к механическим воздействиям. Так в ряде опытов изменений в характеристике электрогенеза не выявлено, а часть экспериментов сопровождалась угнетением электрической активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Quantitative characterization of uterine peristalsis propagation throughout the menstrual cycle using a novel intracavitary electrohysterography method / J. Imaz-Higuera, J. Garcia-Casado, J. Mira-Tomas [et al.] // Reproductive Bio Medicine Online. – 2026. – Vol. 52, № 4. – Art. 105282.
2. Simultaneous high-resolution electrophysiology measurements and motion tracking of ex vivo rat uterine smooth muscle activity / A. S. Garrett, J. M. Dowrick, M. W. Roesler [et al.] // Reproduction. – 2026. – Vol. 171, № 2. – Art. xaaf029
3. Electrical Activity of the Uterus in Rats at Different Stages of the Estrous Cycle / S. A. Rutkevich, P. G. Pihul, Y. D. Panimatska [et al.] // J Evol Biochem Phys. – 2024. – Vol. 60, suppl. 1. – P. 158-168.
4. Реализация регуляторных влияний на миометрий в разные фазы эстрального цикла крысы / П. Г. Пигуль, А. А. Раткин, С. А. Руткевич, А. Г. Чумак // Новости медико-биологических наук. – 2025. – Т. 25, № 3. – С. 178-185.
5. Cora, M. C. Vaginal cytology of the laboratory rat and mouse: review and criteria for the staging of the estrous cycle using stained vaginal smears / M. C. Cora, L. Kooistra, G. Travlos // Toxicol Pathol. – 2015. – Vol. 43, № 6. – P. 776-793.

МОДИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКТОРНОГО ОТВЕТА МИОМЕТРИЯ КРЫСЫ В УСЛОВИЯХ БЛОКАДЫ БЕТА-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА

Реут П. Г., Руткевич С. А.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Актуальность исследования рефлекторной активности миометрия обусловлена не только недостаточной изученностью характера и размаха ответных реакций гладких миоцитов матки, но и социальной значимостью, поскольку девушки и женщины репродуктивного возраста сталкиваются с высокой частотой развития дисменореи. Как приводят некоторые авторы [1], от 30 до 50% женщин страдают от проявлений альгодисменореи с тяжелым или среднетяжелым течением. Миогенная регуляция характеризуется спонтанной деполяризацией клеток миометрия с дальнейшим распространением возбуждения по щелевым контактам, а также в усилении сокращения в ответ на растяжение гладких миоцитов. Нарушение

синтеза гормонов на разных уровнях регуляции приводит к различным дисфункциям, таким как сбой овуляции, развитие дисменореи с интенсивным болевым синдромом, нарушение обмена веществ.

Цель. Изучение размаха ответной реакции миометрия на электростимуляцию афферентных проводников брюшного аортального сплетения в условиях действия бета-адреноблокатора в метэструс и диэструс.

Методы исследования. Экспериментальная часть была проведена на 12 половозрелых аутбредных самках массой 240-254±10 г, которые содержались в стандартизированных условиях вивария. Использовали уретановый наркоз (1,5-2 г/кг внутрибрюшинно). Всем животным проводили лапаротомию, извлекали петли кишечника, освобождая доступ к матке, и препарировали волокна брюшного аортального сплетения. С помощью прижимных биполярных хлорсеребряных электродов (межэлектродное расстояние – 3 мм) регистрировали электрогистерограмму (ЭГГ) средней трети левого рога матки. Заземляющий электрод располагали внутрибрюшинно. Кабели отведения присоединяли ко входам канала для полиграфической регистрации прибора «Нейрон-Спектр-4П» («Нейрософт» Россия). Электростимуляцию нервов осуществляли аппаратом «РАДИУС-01 Интер СМ» (ООО «КЛЭР» Республика Беларусь).

Регистрировали спонтанную электрическую активность стенки матки в течение 20-25 минут, затем осуществляли препарирование и электростимуляцию ветвей брюшного аортального сплетения импульсным током в течение 30-ти секунд (сила тока 0,2 мА, частота 5 Гц, длительность импульса 0,1 мс). После чего регистрировали электрическую активность в течение 20-25 минут. Затем в полость левого рога матки вводили бета-адреноблокатор (метопролол), доза которого составляла 0,36 мг (1,34 ммоль) и через 30-35 мин повторяли электростимуляцию нерва и снова регистрировали ЭГГ после предъявляемых воздействий [2]. Оценивали длительность залпов моторных потенциалов (с), длительность электрофизиологического «покоя» («паузы», с), максимальную амплитуду моторных потенциалов (мкВ) и среднюю частоту потенциалов (Гц). Согласно литературным источникам [3], для определения фазы эстрального цикла у самок проводили цитологический анализ мазков, полученных из половых путей и окрашенных красителем Романовского в течение 2-х минут.

Статистический анализ полученных результатов проведен с использованием программы Excel (Microsoft, США). С помощью критерия Шапиро-Уилка осуществлялась проверка данных на нормальность распределения. Нормальному распределению соответствовали значения максимальной амплитуды и частоты ЭГГ, поэтому достоверность различий этих показателей оценивали с использованием t-критерий Стьюдента. Эти значения в тексте указаны в виде среднего арифметического и стандартного отклонения. В свою очередь длительность залпов и периодов покоя моторных потенциалов не соответствовали нормальному распределению,

поэтому различия для этих показателей оценивали с помощью критерия Вилкоксона. Данные значения приведены в виде медианы и интерквартильного размаха (первый; третий квартили). При сравнении всех выборок разницу считали статистически достоверной при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. По результатам цитологического исследования мазков было установлено, что у 6 крыс была фаза метэструса, и у 6 крыс была фаза диэструса. Спонтанная электрическая активность (фон) миометрия в фазе метэструса отличалась высокими значениями электрогенеза. Длительность залпов осцилляций составила 30(15;45) с, длительность «покоя» – 37(26;50) с. Максимальная амплитуда моторных потенциалов была 150,3±39 мкВ, а средняя частота – 1,8±0,5 Гц. После первой стимуляции волокон брюшного аортального сплетения период формирования залпов моторных потенциалов незначительно уменьшился до 28(25;35) с, а период отсутствия электрогенеза, наоборот, увеличился до 98(41;173) с. Значения максимальной амплитуды достоверно снизились до 83±15 мкВ (при $p<0,05$), а средней частоты уменьшились до 1,5±0,3 Гц. После повторной стимуляции афферентных проводников брюшного аортального сплетения рефлекторный ответ был более выраженным. Длительность залпов моторных потенциалов уменьшилась до 19(18;31) с, длительность электрофизиологического «покоя» увеличилась до 90(35;100) с. Снизились значения максимальной амплитуды до 32±7 мкВ и средней частоты до 1±0,2 Гц. На фоне действия бета-адреноблокатора после первой стимуляции афферентных проводников брюшного аортального сплетения электрогенез миометрия был выше, чем рефлекторный ответ до его введения. Длительность осцилляций увеличилась до 47(25;84) с, длительность «пауз» уменьшилась до 53(42;79) с. Значения максимальной амплитуды достоверно увеличились до 59±27 мкВ ($p \leq 0,05$), а средней частоты – 1,5±0,6 Гц. После повторного электороаздражения волокон брюшного аортального сплетения длительность залпов моторных потенциалов практически не изменилась – 52(32;72) с, однако длительность «покоя» достоверно возрастала до 83(60;105) с ($p \leq 0,05$). Максимальная амплитуда недостоверно снизилась и была в диапазоне 52±18 мкВ, а средняя частота уменьшилась до 1±0,2 Гц.

В фазе диэструса спонтанная электрическая активность миометрия отличалась более низкими значениями электрогенеза. Длительность залпов осцилляций в фоне составила 52(37;76) с, длительность «паузы» – 89(42;125) с. Максимальная амплитуда была в диапазоне 45±12 мкВ, а частота – 1,2±0,3 Гц. В данную фазу после стимуляции волокон брюшного аортального сплетения импульсным током частотой 5 Гц наблюдалось подавление электрогенеза, вплоть до полного отсутствия моторных потенциалов в течение 60 минут регистрации. В фазу диэструса введение метопролола в полость матки не приводило к изменению электрической активности миометрия в течение 60 минут регистрации. Вместе с тем, одновременная регистрация электрокардиограммы позволила выявить отрицательный хронотропный

эффект (ЧСС снизилась в 1,7 раз), который развивался через 20 минут после инъекции бета-адреноблокатора.

Выводы. Из вышеизложенного следует, что спонтанная и рефлекторно обусловленная электрическая активность миометрия изменяется в разные фазы эстрального цикла. Фаза метэструса характеризовалась высокими значениями электрогенеза и после стимуляции ветвей брюшного аортального сплетения наблюдалось снижение частотно-амплитудных характеристик, но без полного угнетения электрической активности. На фоне действия метопролола в данную фазу цикла стимуляция брюшного аортального сплетения вызывала увеличение длительности залпов осцилляций, «покоя» и амплитуды, но не приводила к значимому изменению частоты. Фаза диэструса отличалась низкими значениями электрической активности миометрия и после стимуляции волокон брюшного аортального сплетения наблюдалось полное угнетение электрогенеза. Введение бета-адреноблокатора в эту фазу не сопровождалось стимулирующим действием на миометрий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Елесина, И. Г. Особенности нейроэндокринной регуляции менструальной функции у девушек-подростков с олигоменореей : дис. … канд. мед. наук 14.01.01 / Елесина Ирина Геннадьевна ; Ростовский гос. мед. ун-т. – Ростов-на-Дону, 2016. – 137 с.

2. Небиеридзе, Д. В. Актуальные вопросы применения бета-адреноблокаторов в различных клинических ситуациях / Д. В. Небиеридзе // Медицинский совет. – 2018. – № 12. – С. 12-17.

3. Cora, M. C. Vaginal cytology of the laboratory rat and mouse: review and criteria for the staging of the estrous cycle using stained vaginal smears / M. C. Cora, L. Kooistra, G. Travlos // Toxicol Pathol. – 2015. – Vol. 43, № 6. – P. 776-793.

ЗНАЧЕНИЕ ГАЗОТРАНСМИТТЕРОВ МОНООКСИДА АЗОТА И СЕРОВОДОРОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

Романчук В. В., Володина А. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Достижение и сохранение давления цели является основным модифицируемым условием стабилизации первичной открытоугольной глаукомы (ПОУГ). Вместе с тем переход из развитой стадии в далеко зашедшую и терминальную возможен и при компенсированном внутриглазном давлении (ВГД). Клиническая потребность состоит в выявлении

дополнительных признаков неблагоприятного течения до формирования необратимого повреждения зрительного нерва [1].

Практический интерес представляет объединение лабораторного показателя, характеризующего соотношение NOx/H_2S, и доступного морфометрического показателя сосудистой оболочки глаза в единый расчетный критерий. Такой подход позволяет не только количественно оценить вероятность неблагоприятного течения, но и связать полученный результат с частотой наблюдения и объемом лечебных мероприятий.

Цель. Выяснение значения газотрансмиттеров монооксида азота и сероводорода для оценки вероятности прогрессирования первичной открытоугольной глаукомы.

Методы исследования. Работа выполнена в рамках одноцентрового поперечного сравнительного исследования. Набор и обследование участников проводили на базе УЗ «Гродненская университетская клиника». Проведение исследования одобрено комитетом по этике.

В исследование включены 130 человек: 100 пациентов с ПОУГ I-IV стадий и 30 лиц без признаков глаукомы. В группе ПОУГ I стадия диагностирована у 36 пациентов, II – у 29, III-IV – у 35. При асимметричном течении анализировали глаз, по которому определяли более тяжелую стадию заболевания; в контрольной группе – правый глаз. Группы были сопоставимы по возрасту и длине переднезадней оси глаза.

Ультразвуковое исследование глаза и орбиты выполняли на системе Mindray DC-8 в режимах цветового допплеровского картирования и импульсной допплерографии. В глазной артерии (ГА), центральной артерии сетчатки (ЦАС) и задних коротких цилиарных артериях (ЗКЦА) определяли максимальную систолическую скорость кровотока (Vsyst), конечную диастолическую скорость (Vdiast) и индекс резистентности RI = (Vsyst − Vdiast)/Vsyst [2]. УЗИ-подгруппа включала 45 пациентов с ПОУГ и 30 лиц контроля; стадийный анализ ретробульбарной гемодинамики не проводился. Среднюю толщину хориоидеи (ТХ) измеряли утром на спектральном томографе SOCT Copernicus+.

Венозную кровь забирали утром натощак после периода покоя, без наложения жгута. Суммарное содержание стабильных метаболитов NO – нитратов и нитритов (NOx) – определяли реакцией Грисса после восстановления нитратов кадмием [3]. Концентрацию H_2S измеряли спектрофотометрически по реакции с p-фенилендиамином в присутствии хлорного железа после стабилизации ацетатом цинка [4]. Соотношение газотрансмиттеров (СГТ) рассчитывали по формуле NOx/H_2S и выражали в условных единицах.

Газовый состав венозной крови исследовали непосредственно после забора на анализаторе Stat Profile pHOx Plus L при 37°C. Определяли pO_2, SO_2, pCO_2, pH, HCO_3^- и ABE. Сродство гемоглобина к кислороду оценивали по

p50: $p50_{станд}$ определяли при стандартных условиях, $p50_{реал}$ рассчитывали для фактических pH и pCO_2.

Для разработки количественного критерия использовали бинарную логистическую регрессию с логит-функцией связи. Обработку данных выполняли в jamovi 2.3 и Statistica 10.0. Критический уровень значимости принимали равным $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. У пациентов с ПОУГ Vsyst была ниже в ГА на 26,1% (p=0,012), в ЦАС на 13,3% (p=0,047) и в ЗКЦА на 21,7% (p=0,032). Индекс резистентности был выше соответственно на 7,6% (p=0,022), 4,3% (p=0,040) и 4,3% (p=0,048). Vdiast в ГА составила 0,04 (0,03; 0,07) м/с против 0,07 (0,06; 0,08) м/с в контроле (p<0,001); различия Vdiast в ЦАС и ЗКЦА не достигли статистической значимости [4]. Средняя ТХ при ПОУГ составила 274,5 (225,0; 307,5) мкм и была на 14,1% меньше контрольного значения – 319,5 (302,5; 338,3) мкм (p<0,001). При II стадии ТХ была ниже контроля на 10,8% (p=0,001), при III-IV стадиях – на 31,0% (p<0,001). При III-IV стадиях ТХ была ниже, чем при I и II стадиях, на 29,8% (p<0,001) и 22,6 % (p<0,001) соответственно.

В общей группе ПОУГ содержание NOx превышало контрольное значение на 47,1 %, содержание H_2S было ниже на 28,0% (p<0,001 для обоих сравнений). Одновременно SO_2 снижалось на 12,4%, pO_2 – на 17,1%, $p50_{реал}$ – на 5,8%, $p50_{станд}$ – на 7,9%, тогда как pCO_2 увеличивалось на 5,1%. Различий pH, HCO_3^- и ABE между группами не выявлено. Снижение p50 при отсутствии системного кислотно-основного сдвига характеризует повышение сродства гемоглобина к кислороду и ограничение его отдачи тканям [5].

Стадийный анализ показал, что при увеличении тяжести заболевания нарастали истончение хориоидеи и дисбаланс между NOx и H_2S. При III-IV стадиях толщина хориоидеи была ниже, чем при I и II стадиях, на 29,8% (p<0,001) и 22,6% (p<0,001) соответственно. Содержание NOx превышало значения при I и II стадиях на 60,4% (p<0,001) и 50,7% (p=0,039), а H_2S было ниже соответственно на 45,7% (p<0,001) и 41,2% (p<0,001). Эти результаты послужили основанием для совместного рассмотрения соотношения NOx/H_2S и толщины хориоидеи при разработке метода.

На этапе многофакторного отбора наиболее информативное сочетание образовали СГТ и ТХ. Рост СГТ на одну условную единицу был связан с увеличением шансов принадлежности к группе III-IV стадий в 1,47 раза. Для ТХ установлена обратная ассоциация: увеличение толщины на 1 мкм соответствовало ОШ 0,97. Следовательно, истончение хориоидеи увеличивало расчетное значение вероятности.

Расчет выполняют в три последовательных этапа. Сначала определяют линейный предиктор A: $A = 6,812 + 0,383 \times СГТ - 0,033 \times ТХ$.

Затем линейный предиктор преобразуют в вероятность P: $P = 1 / [1 + \exp(-A)]$.

Полученное значение сопоставляют с порогом 0,5581. При P≥0,5581 вероятность прогрессирования оценивают как высокую, при p<0,5581 – как низкую. В исходной поперечной выборке P отражает степень сходства совокупности индивидуальных биохимических и морфометрических показателей пациента со II стадией с соответствующими показателями пациентов с III-IV стадиями. Совместное влияние предикторов было статистически значимым: χ^2 критерия Вальда составил 18,156 при df=2 и p=0,0001. Остаточный девианс снизился с 88,16 до 50,18, AIC – с 90,16 до 56,18. Средняя точность внутренней кросс-валидации составила 80,69 %. Площадь под ROC-кривой составила 0,904 (95 % ДИ 0,833-0,976). При выбранном пороге получены сбалансированные значения чувствительности и специфичности.

Метод предназначен для стратификации пациентов со II стадией ПОУГ. Алгоритм применения метода и выбора тактики ведения представлен на рисунке 4. Для его применения необходимы два исследования: определение NOx и H_2S в плазме венозной крови натощак с расчетом СГТ и измерение средней ТХ по 14 точкам горизонтального и вертикального ОКТ-сканов. После вычисления А и Р результат используют для выбора частоты диспансерного наблюдения и обсуждения объема лечения [6].

Тактику ведения пациента определяют с учетом рассчитанного значения Р. При p<0,5581 сохраняется ранее назначенное лечение и проводится диспансерное наблюдение один раз в год. Если p≥0,5581, частота осмотров увеличивается до трех раз в год, лечение дополняется нейропротекторной и вазоактивной терапией, предусматривается более активное снижение ВГД с применением комбинированных препаратов, также рассматривается вопрос о проведении лазерного или хирургического лечения.

Практическим результатом исследования стал метод, объединяющий системное соотношение NOx/H_2S и локальную морфометрическую характеристику хориоидеи. Такое сочетание отражает два взаимосвязанных компонента неблагоприятного течения ПОУГ: нарушение регуляции сосудистого тонуса и структурные изменения сосудистой оболочки глаза.

Выводы. Разработан метод определения вероятности прогрессирования ПОУГ на основании СГТ = NOx/H_2S и средней ТХ. На исходной выборке AUC составила 0,904; при пороге p=0,5581 чувствительность равнялась 82,86%, специфичность – 82,76%, общая точность – 82,81%. Средняя точность внутренней кросс-валидации составила 80,69%. Алгоритм позволяет выделять среди пациентов со II стадией группу, нуждающуюся в наблюдении три раза в год и рассмотрении вопроса об усилении лечения. Рассчитанное значение Р является дополнительным критерием и применяется совместно с динамической оценкой ВГД, поля зрения, диска зрительного нерва и структурных параметров сетчатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Neuroprotection in glaucoma: mechanisms beyond intraocular pressure lowering / J R. Tribble, F. Hui, H. Quintero [et al.] // Molecular Aspects of Medicine. – 2023. – Vol. 92. – Art. 101193. – doi: 10.1016/j.mam.2023.101193.
2. Modrzejewska, M. Guidelines for ultrasound examination in ophthalmology. Part III: Color Doppler ultrasonography / M. Modrzejewska // Journal of Ultrasonography. – 2019. – Vol. 19, № 77. – P. 128-136. – doi: 10.15557/JoU.2019.0019.
3. Determination of nitrite/nitrate in human biological material by the simple Griess reaction / I. Guevara, J. Iwanejko, A. Dembińska-Kieć [et al.] // Clinica Chimica Acta. – 1998. – Vol. 274, № 2. – P. 177-188. – doi: 10.1016/S0009-8981(98)00060-6.
4. The liver as a central regulator of hydrogen sulfide / E. J. Norris, C. R. Culberson, S. Narasimhan [et al.] // Shock. – 2011. – Vol. 36, № 3. – P. 242-250. – doi: 10.1097/SHK.0b013e3182252ee7.
5. Романчук, В. В. Механизмы транспорта кислорода крови и система газотрансмиттеров при первичной открытоугольной глаукоме / В. В. Романчук, В. Л. Красильникова, В. В. Зинчук // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. – 2025. – Т. 24, № 4. – С. 40-47. – doi: 10.24884/1682-6655-2025-24-4-40-47.
6. The vital role for nitric oxide in intraocular pressure homeostasis / E. Reina-Torres, M. L. De Ieso, L. R. Pasquale [et al.] // Progress in Retinal and Eye Research. – 2021. – Vol. 83. – Art. 100922. – doi: 10.1016/j.preteyeres.2020.100922.

СУММАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ПРИ ДЕЙСТВИИ ВКУСА НА ФОНЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ КОФЕИН-СОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА

Саваневская Е. Н.[1], Лабунова П. Д.[1], Хомич Г. Е.[2]

[1]Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь
[2]Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина
Брест, Беларусь

Введение. Кофе и чай являются основными кофеин-содержащими компонентами диеты, однако кофеин-содержащие безалкогольные и энергетические напитки выступают в качестве распространенных дополнительных источников кофеина в рационе современного человека.

Кофеин является психоактивным веществом метилксантинового ряда, оказывающим действие на центральную нервную систему, действуя в качестве антагониста аденозиновых рецепторов. Благодаря ослабеванию аденозинергического торможения под действием кофеина происходит изменение электрогенеза нейронных ансамблей, участвующих в поддержании бодрствования, внимания и т.п. Этим объясняется быстро достигающееся под действием кофеина изменение времени реакции и умственной продуктивности.

Биологическое действие кофеина зависит от дозы, времени приёма, индивидуальной чувствительности, привычки к употреблению и модифицируется в условиях выполнения когнитивной или физической нагрузки. Наиболее выраженное эргогенное действие кофеин оказывает при употреблении его в умеренных дозах (около 3-6 мг/кг массы тела). Тем не менее, характеристика изменений электрической активности мозга, связанных с приемом кофеина, остаётся сложной задачей.

Электроэнцефалография (ЭЭГ) – неинвазивный метод регистрации с поверхности скальпа колебаний напряжения электрического поля, отражающих суммарный постсинаптический потенциал популяций корковых пирамидных нейронов, организованных в синхронно активирующиеся ансамбли. Поскольку ЭЭГ фиксирует нейронную активность с точностью до миллисекунды, она является оптимальным методом для исследования быстрых изменений состояния мозга, происходящих в ходе сенсорной обработки сигналов [1, с. 2].

Изменения ЭЭГ, ассоциированные с приемом кофеина, характеризуются неоднородностью и зависят от дизайна эксперимента. Анализ имеющихся в литературе данных не позволяет установить единый паттерн ЭЭГ, воспроизводящийся после приема кофеин-содержащих продуктов, или иной электрофизиологический маркер реакции на кофеин, в присутствии дополнительных сенсорных воздействий.

Цель. Оценить характер суммарной электрической активности полушарий большого мозга человека в условиях вкусовой стимуляции на фоне употребления кофеин-содержащего напитка.

Методы исследования. В исследовании была проведена регистрация и анализ ЭЭГ человека при нахождении в полости рта на протяжении 1 мин последовательно воды (контроль), а также растворов глюкозы 40 % (сладкий), 0,01 % кофеин-бензоата натрия (горький), 0,9 % NaCl (соленый) и 0,03 % лимонной кислоты (кислый). Эксперимент проводился в двух повторностях: все пять растворов предъявлялись: а) на фоне проглатывания 250 мл воды и б) через 5 минут после проглатывания 250 мл энергетического напитка Dynamite Original. Регистрация ЭЭГ проводилась со скальпа монополярно в отведениях Fp1-A1 (левое лобное), Fp2-A2 (правое лобное), C3-A1 (левое центральное), C4-A2 (правое центральное), O1-A1 (левое затылочное), O2-A2 (правое затылочное), T3-A1 (левое височное) и T4-A2 (правое височное). В качестве анализируемого показателя выступал индекс дельта-, тета-, альфа- и бета-ритма ЭЭГ (в %). Статистический анализ проводился с помощью ANOVA с повторными измерениями по факторам «до/после энергетика» и «вкус». Различия признавались достоверными при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования нами был проведен сравнительный анализ индексов основных ритмов ЭЭГ, полученных в процессе органолептического тестирования растворов четырех базовых вкусов до и после употребления энергетического напитка. По результатам анализа индексов дельта-ритма достоверные отличия показателей после приема напитка от

контрольных были выявлены только в отведении C4-A2. При предъявлении раствора глюкозы до приёма энергетика среднее значение индекса дельта-ритма составило 57,1±14,7%, тогда как при предъявлении кислого раствора этот показатель составил 46,5±12,7% ($p<0,05$). В остальных отведениях достоверных различий выявлено не было. По итогам анализа тета-ритма достоверных изменений мощности ЭЭГ не было выявлено ни в одном из отведений.

Достоверные различия относительной мощности альфа-ритма до и после употребления энергетического напитка были выявлены в отведении Fp1-A1. При сравнении индексов альфа-ритма при рецепции растворов разного вкуса была зафиксирована достоверная разница значений, полученных при вкусовом восприятии воды (10,2±2,5%) и горького (16,9±9,1%), сладкого (9,7±4,4%) и горького (16,9±9,1%), соленого (10,2±5,4%) и горького (16,9±9,1%), а также снижение индекса ритма при сравнении показателей для горького раствора до (16,9±9,1%) и после (9,8±3,6%) употребления энергетического напитка (все $p<0,05$). В отведении Fp2-A2 также были выявлены достоверные различия относительной мощности альфа-ритма до и после употребления энергетического напитка. Обнаружена разница между средними значениями индекса альфа-ритма до употребления энергетика при рецепции горького (17,6±8,6%) и сладкого (9,9±4,9%) стимулов ($p<0,05$). В отведении C3-A1 средние значения индекса альфа-ритма для горького вкуса до употребления энергетика составили 22,1±9,5%, после – 12,0±3,9% ($p<0,05$).

В отведении C4-A2 средние значения индекса альфа-ритма до употребления энергетика составили для сладкого вкуса 11,2±3,2%, для горького – 20,7±8,6% ($p<0,05$). Под левым височным электродом средние значения индекса альфа-ритма для горького вкуса до употребления энергетика составили 20,6±8,97%, после – 12,0±3,3% ($p<0,05$). В отведении T4-A2 средние значения относительной мощности альфа-ритма до употребления энергетика составили для сладкого вкуса 10,3±4,2%, для горького – 18,9±8,1% ($p<0,05$). В области бета-частот спектра ЭЭГ были выявлены достоверные различия относительной мощности при восприятии ряда вкусовых стимулов. В отведении C3-A1 были зафиксированы достоверные различия для значений индекса ритма при восприятии воды (15,2±6,7%) и горького (21,1±6,5%), сладкого (13,3±5,6%) и горького (21,1±6,5%), а также соленого (13,3±5,2%) и горького (21,1±6,5%) (все $p<0,05$). В отведении C4-A2 были зафиксированы достоверные различия значений индекса ритма при восприятии воды (13,2±6,0%) и горького (22,2±7,8%), сладкого до употребления энергетика (12,8±5,9%) и горького до употребления энергетика (22,2±7,8 %), горького до употребления энергетика (22,2±7,8%) и соленого до употребления энергетика (14,0±5,7%), а также горького вкуса до (22,2±7,8%) и после (15,8±6,0%) употребления напитка (все $p<0,05$). В отведении O1-A1 были выявлены достоверные различия относительной мощности бета-ритма для значений индекса ритма при восприятии воды (14,1±5,9%) и горького (24,1±10,8%), сладкого (15,7±7,0%) и горького (24,1±10,8%), горького (24,1±10,8%) и

соленого (15,3±5,3%), а также горького (24,1±10,8%) и кислого (15,9±7,3%) (все $p<0,05$).

В отведении O2-A2 были зафиксированы значимые различия между показателями индекса ритма при восприятии воды (13,1±6,4%) и горького (23,2±9,5%), сладкого (13,9±7,8%) и горького (23,2±9,5%), воды до употребления энергетика (13,1±6,4%) и горького раствора до употребления энергетика (23,2±9,5%), сладкого до употребления энергетика (13,9±7,8%) и горького до употребления энергетика (23,2±9,5%), горького до употребления энергетика (23,2±9,5%) и соленого до употребления энергетика (16,0±8,4%), горького до употребления энергетика (23,2±9,5%) и кислого до употребления энергетика (16,3±7,3%), а также горького вкуса до (23,2±9,5%) и после (15,8±6,0%) употребления напитка ($p<0,05$).

Выводы. В ходе проведенного при финансовой поддержке БРФФИ (ГР 20262109) исследования было установлено, что наибольшей изменчивостью при воздействии вкусовых стимулов и влиянии энергетического напитка характеризуются альфа- и бета-диапазоны ЭЭГ, при этом показатели, полученные при воздействии горьким раствором, наиболее часто демонстрируют достоверные отличия от других значений. Наиболее выраженные и многочисленные изменения относительной мощности ЭЭГ характерны для альфа-ритма, тогда как дельта- и тета-ритмы оказались наименее изменчивыми в условиях предъявляемых воздействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Chmiel, J. The Caffeinated Brain Part 3: The Effect of Caffeine on Electroencephalography (EEG) During Wakefulness-A Systematic and Mechanistic Review / J. Chmiel, A. Kładna // Nutrients. – 2026. – Vol. 18, № 17. – Art. 2898.

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЫСШЕМ БИОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОТ КОНФРОНТАЦИИ К УПРАВЛЯЕМОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Сандаков Д. Б.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. В течение последнего десятилетия классический университетский инструментарий оценки знаний, формировавшийся веками, столкнулся с беспрецедентным вызовом. Доступность больших языковых моделей и генеративного искусственного интеллекта (ИИ) за короткий срок существенно снизила валидность традиционных форм самостоятельной работы

студентов. Написание рефератов, подготовка домашних тестов, компиляция обзоров литературы и создание презентаций превратились в задачи, которые ИИ решает за секунды, причем на уровне, сложно отличимом от работы компетентного студента.

Для высшей школы ИИ стал фактором, меняющим условия образовательной среды [1, с. 5, 2, с. 11]. Образовательная экосистема столкнулась с выбором: пытаться возводить барьеры на пути использования студентами ИИ в ходе обучения или перестраивать методологию обучения. Игнорирование этого сдвига создает риск сохранения устаревших и не соответствующих современным реалиям форм обучения.

Цель. Проанализировать ограничения стратегии запрета ИИ, обосновать необходимость перехода к управляемой интеграции генеративных моделей в биологическое образование и предложить комплекс дидактических форматов, ориентированных на оценку процесса мышления, а не конечного текстового продукта.

Иллюзия борьбы: почему методы детекции ИИ проиграли. Первой реакцией консервативной академической среды на появление генеративных моделей стало стремление ограничить их использование, подкрепленное надеждой на алгоритмы детекции сгенерированного текста. К сожалению, все современный детекторы ИИ-текста демонстрируют неприемлемо высокий уровень ошибок. Ни одна из существующих систем детекции ИИ не обеспечивает уровня надежности, приемлемого для того, чтобы принимать на ее основе дисциплинарные решения [3].

Преподаватели, пытающиеся выступать в роли «цифровых следователей», вынуждены тратить время и ресурсы на доказательство факта академической нечестности. Студенты, в свою очередь, быстро осваивают методы обхода детекторов с помощью продвинутого промпт-инжиниринга, перефразирования или синонимизации. В результате рефераты, курсовые работы, состоящие преимущественно из компиляции чужих текстов, и дистанционные тесты окончательно потеряли свою валидность как инструменты оценки личного интеллекта студента [1, с. 5, 2, с. 11]. Академическое сообщество вынуждено признать: ИИ стал неотъемлемым элементом цифровой среды обитания, и его институциональный запрет невозможен.

Смена парадигмы: ИИ как профессиональный стандарт биолога. В биологических науках проблема перестройки образования стоит еще острее, поскольку здесь ИИ – это не просто продвинутый текстовый редактор, а фундаментальный инструмент самой науки. Современная биология переживает масштабную цифровую революцию.

Исследователи подчеркивают, что интеграция биологических наук и вычислительных методов ИИ формирует новый контур естественнонаучного образования [4]. Профессиональный биолог, не умеющий использовать ИИ для анализа данных, автоматизации рутины или написания скриптов, становится

неконкурентоспособным исследователем. Искусственная изоляция студента от ИИ в учебном процессе деструктивна, поскольку не формирует навыков, востребованных в большинстве современных исследовательских контекстов.

Трансформация дидактики и оценочных средств. Единственным жизнеспособным выходом из кризиса академической честности является переход от скрытого «паразитизма» (когда студент использует ИИ для имитации выполнения рутинных задач) к управляемому синергетическому «симбиозу». В этой схеме ИИ выступает когнитивным усилителем, а студент берет на себя функции архитектора смыслов, валидатора и критика.

Для реализации этого перехода преподавателям биологии необходимо сместить фокус с оценки конечного текстового продукта на оценку процесса мышления, дизайна исследования и навыков критического анализа. Важно, что вместо запрета, ИИ получает статус легального инструмента, который становится частью процесса обучения, вокруг которого выстраивается взаимодействие студента и преподавателя.

Рецензирование и «охота на галлюцинации». Студент (или преподаватель) генерирует ИИ-обзор по узкой биологической теме. Задача студента – выступить в роли эксперта-рецензента: верифицировать каждое утверждение через авторитетные базы данных (PubMed, Scopus), выявить фактические ошибки («галлюцинации» модели) и ложные ссылки на несуществующие статьи. Это развивает навыки фактчекинга и глубокой работы с первоисточниками [5].

Усиление компоненты вопросов и ответов. Визуальная и текстовая часть доклада, эссе, презентации могут быть полностью сверстаны нейросетью. И студенты в современных реалиях должны уметь это делать, чтобы сохранить конкурентоспособность на рынке труда. Далее студент с помощью нейросети должен увидеть все возможные уязвимости своего доклада (презентации) и суметь их предугадать. Время выступления студента сокращается, а основной акцент смещается на сессию перекрестных вопросов и ответов. Способность защищать логику своего исследования в живой дискуссии с аудиторией требует глубокого понимания материала.

Заключение. ИИ подверг «стрессовой нагрузке» не само высшее образование, а его рутинную, репродуктивную часть, основанную на заучивании фактов и механической компиляции текстов. Избавляя студентов от текстовой рутины, технологии возвращают высшую школу к ее истинным истокам – развитию сократического диалога, эвристического поиска, научной интуиции и строгого критического мышления. Биологическое образование будущего – это пространство, где человек проектирует смыслы и ставит вопросы, а искусственный интеллект помогает быстрее находить ответы и обрабатывать массивы данных. Однако переход к такой модели требует не только дидактических инноваций, но и осознанного управления рисками: когнитивными, этическими и социальными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние искусственного интеллекта на образование. Экспертный доклад / К. Карен, Л. Байрамкулова, С. Давыдов [и др.]. – М. : Цифровая экономика, 2024. – 88 с.
2. Сысоев, П. В. Искусственный интеллект в образовании: осведомлённость, готовность и практика применения преподавателями высшей школы / П. В. Сысоев // Высшее образование в России. – 2023. – Т. 32, № 10. – С. 9-33.
3. Accuracy and Reliability of AI-Generated Text Detection Tools: A Literature Review / J. E. J. Gotoman, H. L. T. Luna, J. C. S. Sangria [et al.] // American Journal of IR 4.0 and Beyond. – 2025. – Vol. 4, No. 1. – P. 1-9. – DOI 10.54536/ajirb.v4i1.3795.
4. Usak, M. Artificial Intelligence in Biology Education / M. Usak // Journal of Baltic Science Education ResearchGate. – 2024. – Vol. 23, № 5. – P. 806-808.
5. Da-Kyong, J. Biology Meets Generative AI: Transforming Preservice Teacher Training for the Digital Age / J. Da-Kyong, K. Yong-Ju // The American Biology Teacher. – 2026. – Vol. 88, № 3. – P. 167-175.

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ПИСТОЛЕТА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Сандракова А. С., Семилетова В. А.

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко
Воронеж, Россия

Введение. Успешность в стрелковых видах спорта определяется комплексом факторов, среди которых значительную роль играют функциональные характеристики центральной нервной системы (ЦНС) [1, с. 26, 2, с. 219]. Ключевым навыком является зрительно-моторная координация, обеспечивающая быструю и точную реакцию на стимулы. Возрастной аспект формирования этого навыка представляет особый интерес, поскольку юношеский период характеризуется продолжающимся созреванием структур мозга, ответственных за планирование движений и межполушарное взаимодействие [3, с. 22]. Сравнение групп несовершеннолетних и совершеннолетних позволяет оценить степень зрелости психомоторных функций, лежащих в основе точных двигательных актов. Современные тренажёрные комплексы дают возможность объективизировать обучение и выявлять физиологические предикторы успешности [4, с. 178, 5, с. 471].

Цель. Изучить возрастные особенности зависимости результативности стрельбы из пистолета от функциональных характеристик нервной системы у несовершеннолетних (17 лет) и совершеннолетних (20 лет) здоровых лиц.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев женского и мужского пола, разделённых на две группы по 10 человек: несовершеннолетние 17 лет и совершеннолетние 20 лет. Исследование соответствовало этическим стандартам, все участники подписали добровольное информированное согласие. Использован лазерный тир на базе страйкбольного пистолета со стандартной мишенью и приложением Safetir. Испытуемые выполняли по три попытки на каждый вариант хвата (двумя руками, левой, правой), каждая попытка включала 10 выстрелов. Фиксировались сумма очков (R) и время попытки (Rt). Простая зрительно-моторная реакция (зСМР) оценивалась с помощью методики Мороз (вариационная хронорефлексометрия). Определялись моторное время для правой (Mr) и левой (Ml) руки, время дифференцировки для правой (dTr) и левой (dTl) руки, средние значения (Mm, dTm) и интегральные показатели ЦНС: функциональный уровень системы (ФУСm), устойчивость реакции (УРm) и уровень функциональных возможностей (УФВm). Анализ проведён в программе StatTech. Нормальность распределения оценивалась критерием Шапиро-Уилка. Для сравнения групп применялись t-критерий Стьюдента и U-критерий Манна-Уитни. Различия считались значимыми при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. На первом этапе проверена сопоставимость групп по фоновым характеристикам ЦНС. Сравнительный анализ не выявил статистически значимых различий ни по одному из девяти показателей зСМР. Несмотря на тенденцию к несколько большим абсолютным величинам у совершеннолетних, различия не достигли значимости: Ml – 320,70 (26,94) против 303,00 (25,10) мс ($p=0,146$); Mr – 312,70 (28,32) против 297,80 (19,85) мс ($p=0,190$); Mm – 314,00 [303,75; 323,50] против 306,50 [285,00; 311,00] ($p=0,288$). Интегральные показатели также не различались: ФУСm – 2,43 (0,16) против 2,54 (0,12) ($p=0,130$); УРm – 1,20 (0,56) против 1,62 (0,61) ($p=0,129$); УФВm – 2,38 (0,63) против 2,85 (0,66) ($p=0,115$). По показателям УРm и УФВm отмечена тенденция к более высоким значениям у несовершеннолетних, однако значимость не была достигнута. Группы оказались полностью сопоставимы по фоновому статусу ЦНС, что позволяет интерпретировать последующие различия как следствие возрастного фактора.

Анализ точности стрельбы по сумме очков в каждой из трёх попыток для трёх вариантов хвата не выявил значимых межгрупповых различий ни в одном из вариантов. Способность к прицеливанию, тонкому моторному контролю и удержанию оружия не зависит от возрастного перехода от 17 к 20 годам. Обе группы показали сходный уровень точности как ведущей, так и неведущей рукой. Это говорит о том, что механизмы точного выстрела у 17-летних уже сформированы на уровне 20-летних.

Другая картина наблюдалась при анализе времени выполнения попыток. При хвате двумя руками группы не различались, при этом в обеих группах отмечен значительный межквартильный размах, что указывает на высокую вариабельность индивидуального темпа.

Наиболее выраженные различия обнаружены при стрельбе левой (неведущей) рукой. Время первой попытки (Rt1l) у несовершеннолетних было практически в два раза меньше: 15,00 [12,50; 15,00] против 26,00 [17,25; 31,75] с ($p=0,005$). У 17-летних наблюдалась и существенно меньшая вариабельность: межквартильный размах составил 2,5 с против 14,5 с у 20-летних. Это может указывать на более однородную стратегию выполнения непривычной задачи. Аналогичная закономерность сохранилась для второй попытки (Rt2l): 16,00 [14,00; 16,00] против 21,50 [17,50; 26,00] с ($p=0,047$). Таким образом, по двум из трёх попыток при хвате левой рукой несовершеннолетние значимо превосходили совершеннолетних по скорости.

При стрельбе правой (ведущей) рукой значимые различия выявлены только для финальной третьей попытки (Rt3r): 15,00 [14,00; 17,25] против 21,00 [19,25; 24,25] с ($p=0,023$). Несовершеннолетние характеризовались более высоким темпом и меньшим межквартильным размахом, что может отражать более стабильную временную организацию двигательного акта на завершающем этапе.

Выводы. Переход от 17 к 20 годам не сопровождается существенными изменениями фонового функционального состояния ЦНС: интегральные показатели (ФУС, УР, УФВ), моторное время и время дифференцировки для обеих рук статистически неразличимы. Не выявлено значимых возрастных различий и по точности прицельной стрельбы – вне зависимости от типа хвата и этапа выполнения группы демонстрировали сопоставимый уровень результативности. Способность к точной реализации прицельного выстрела к 17 годам уже достигает уровня, характерного для более старшего юношеского возраста. Принципиально иной характер носят возрастные различия во временной организации стрельбы. Наиболее выраженное отличие зафиксировано в скорости выполнения выстрелов неведущей левой рукой – в первой и второй попытках. Дополнительно значимое различие проявилось для ведущей правой руки, но лишь на этапе финальной попытки. По времени стрельбы с хватом двумя руками группы не различались. Возрастной фактор в юношеском периоде оказывает дифференцированное влияние на результативность стрельбы: не затрагивая конечную точность, он модулирует временную динамику сложной зрительно-моторной задачи, что особенно отчётливо проявляется при вовлечении неведущей конечности. Полученные результаты расширяют представления о возрастной физиологии сенсомоторной деятельности и могут найти применение в физиологическом сопровождении тренировочного процесса в стрелковых видах спорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дудус, А. Н. Некоторые особенности формирования устойчивости руки стрелка при стрельбе из пистолета из спортивной (классической) изготовки / А. Н. Дудус, С. Б. Лопатин // Профессиональное образование и наука. – 2019. – Т. 8, № 3. – С. 26-32.

2. Магомедов, М. К. Система психологической подготовки курсантов при обучении стрельбе из пистолета Макарова / М. К. Магомедов, А. И. Свиридов // Вестник

Санкт-Петербургского военного института войск национальной гвардии. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 219-227.

3. Ковалева, А. В. Психофизиологический мониторинг и БОС-тренинги для повышения результативности в видах спорта, связанных с прицеливанием: обзор литературы / А. В. Ковалева // Психология и педагогика спортивной деятельности. – 2023. – Т. 67, № 4. – С. 22-29.

4. Савчук, Н. А. Подготовка стрелка-спортсмена к выполнению скоростных упражнений из пистолета в стрельбе из боевого ручного стрелкового оружия / Н. А. Савчук, М. И. Тихонович // Наука-2020. – 2021. – Т. 48, № 3. – С. 178-183.

5. Семилетова, В. А. Исследование взаимосвязи показателей хронорефлексометрии с параметрами успешности в стрельбе из пистолета у взрослого здорового человека (с применением стрелкового тренажера) / В. А. Семилетова, А. С. Сандракова // Современные подходы к оптимизации процесса физического воспитания, спортивной тренировки и оздоровления населения : материалы XXIV Междунар. науч.-практ. конф., Н. Новгород, 11-14 дек. 2025 г. / Нац. исслед. Нижегородский гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского ; редкол.: В. Г. Кузьмин [и др.]. – Н. Новгород, 2025. – С. 471-476.

РОЛЬ ЛЕПТИНА И ГРЕЛИНА В НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА

Сапарбаева К. Х., Сапарбаева Ж. С.

Ташкентский Государственный Медицинский Университет
Ташкент, Узбекистан

Введение. Пищевое поведение представляет собой сложный физиологический процесс, регулируемый взаимодействием центральной нервной и эндокринной систем. Важнейшую роль в поддержании энергетического гомеостаза играют гипоталамические структуры, интегрирующие сигналы о состоянии энергетических запасов организма и формирующие соответствующие изменения аппетита, пищевой мотивации и энергетического обмена. Среди периферических гормональных сигналов особое значение имеют лептин и грелин, функционально противоположные по основному влиянию на пищевое поведение. Лептин, преимущественно секретируемый адипоцитами, информирует центральную нервную систему о величине энергетических запасов и способствует снижению потребления пищи, тогда как грелин, главным образом синтезируемый клетками желудка, стимулирует чувство голода и способствует инициации пищевого поведения. Изучение взаимодействия этих гормонов позволяет лучше понять механизмы поддержания энергетического равновесия и причины его нарушения при метаболических заболеваниях.

Цель. Проанализировать современные представления о физиологической роли лептина и грелина в нейроэндокринной регуляции пищевого поведения и энергетического гомеостаза, а также охарактеризовать изменения их действия при нарушении энергетического баланса и ожирении.

Методы исследования. Проведён анализ современной научной литературы, посвящённой механизмам секреции и действия лептина и грелина, их взаимодействию с гипоталамическими центрами регуляции аппетита, а также роли данных гормонов в поддержании энергетического гомеостаза. При подготовке работы использованы научные публикации из международных баз данных, включая PubMed. Особое внимание уделено исследованиям нейроэндокринных механизмов действия лептина и грелина, их влиянию на нейроны гипоталамуса, и изменениям гормональной регуляции при ожирении и других метаболических нарушениях.

Результаты и их обсуждение. Анализ литературы показал, что лептин и грелин выполняют взаимодополняющие функции в поддержании энергетического гомеостаза. Лептин преимущественно секретируется адипоцитами белой жировой ткани, а его концентрация связана с объёмом жировых запасов организма. Таким образом, данный гормон участвует в передаче в центральную нервную систему информации о долгосрочном энергетическом состоянии организма.

Реализация эффектов лептина происходит преимущественно через гипоталамические структуры. Рецепторы Ob-Rb представлены в дугообразном, паравентрикулярном, вентромедиальном и дорсомедиальном ядрах гипоталамуса и в латеральной гипоталамической области, участвующих в контроле пищевого поведения и энергетического баланса. Активация рецептора Ob-Rb связана с внутриклеточным сигнальным каскадом JAK2/STAT3, обеспечивающим реализацию анорексигенного действия гормона.

В отличие от лептина, грелин преимущественно синтезируется в желудке и рассматривается как сигнал краткосрочного энергетического состояния. Его концентрация в крови повышается непосредственно перед приёмом пищи и быстро снижается после еды, что связывает грелин с формированием чувства голода и инициацией пищевого поведения. Рецепторы грелина GHSR обнаруживаются, в том числе, в гипоталамических структурах, где они участвуют в регуляции нейрональных механизмов энергетического баланса.

Важным результатом анализа является представление о функциональном взаимодействии этих гормонов: лептин преимущественно сигнализирует об энергетических запасах и способствует ограничению потребления пищи, тогда как грелин формирует сигнал энергетического дефицита и стимулирует пищевую мотивацию. Их совместное действие позволяет согласовывать потребление пищи с текущими энергетическими потребностями организма.

При ожирении данная система может функционировать иначе. Несмотря на повышение уровня лептина вследствие увеличения жировой массы, его анорексигенное действие может снижаться вследствие лептинорезистентности.

Одновременно у людей с ожирением отмечается снижение концентрации грелина, при этом постпрандиальное подавление его секреции может происходить с задержкой.

Таким образом, лептин и грелин следует рассматривать не изолированно, а как взаимосвязанные компоненты сложной нейроэндокринной системы, обеспечивающей адаптацию пищевого поведения и энергетического обмена к изменениям энергетического состояния организма.

Выводы. Лептин и грелин играют ключевую роль в нейроэндокринной регуляции пищевого поведения и энергетического гомеостаза, обеспечивая передачу в центральную нервную систему информации о состоянии энергетических запасов и текущих потребностях организма. Лептин преимущественно сигнализирует о долгосрочной обеспеченности энергией и способствует снижению потребления пищи, тогда как грелин участвует в краткосрочной регуляции аппетита и стимулирует пищевую мотивацию. Нарушение чувствительности к лептину и изменение регуляции грелиновых сигналов могут способствовать дисбалансу между поступлением и расходованием энергии, создавая условия для развития ожирения и других метаболических нарушений. Следовательно, изучение взаимодействия лептина и грелина имеет важное значение для понимания физиологических механизмов контроля аппетита и патогенеза нарушений энергетического обмена.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гарифулина, Л. М. Особенности показателей лептина и углеводного обмена у детей с ожирением / Л. М. Гарифулина // Проблемы биологии и медицины. – 2024. – № 2 (152). – С. 20-24.

2. Гарифулина, Л. М. Применение физиотерапевтических методов в лечении детей с экзогенно-конституциональным ожирением / Л. М. Гарифулина, Н. А. Ярмухамедова // Проблемы биологии и медицины. – 2024. – № 3 (154). – С. 56-61.

3. Гарифулина, Л. М. Уровень грелина у детей с экзогенно-конституциональным ожирением / Л. М. Гарифулина, М. Ж. Ашурова, Н. С. Гойибова // Doktor axborotnomasi. – 2025. – № 1 (117). – С. 46-50.

4. Friedman, J. M. Leptin and the endocrine control of energy balance / J. M. Friedman // Nature Metabolism. – 2019. – Vol. 1, № 8. – P. 754-764.

5. Sovetkina, A. The physiological role of ghrelin in the regulation of energy and glucose homeostasis / A. Sovetkina, R. Nadir, J. N. M. Fung // Cureus. – 2020. – Vol. 12, № 5. – Art. e7941.

6. Freire, R. H. Appetite control: hormones or diet strategies? / R. H. Freire, J. I. Alvarez-Leite // Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care. – 2020. – Vol. 23, № 5. – P. 328-335.

7. Kim, K. S. Signalling from the periphery to the brain that regulates energy homeostasis / K. S. Kim, R. J. Seeley, D. A. Sandoval // Nature Reviews Neuroscience. – 2018. – Vol. 19. – P. 185-196.

8. Sternson, S. M. Three pillars for the neural control of appetite / S. M. Sternson, A.-K. Eiselt // Annual Review of Physiology. – 2017. – Vol. 79. – P. 401-424.

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУР ГЛАЗА ПРИ ВТОРИЧНОЙ ГЛАУКОМЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Семак Г. Р., Скачилова М. В.

Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь

Введение. Вторичная глаукома развивается на фоне различных причин. Наличие сопутствующей, нередко системной, патологии значительно отягощает течение глаукомного процесса, усиливая развивающиеся осложнения со стороны органа зрения. При вторичной глаукоме, в отличие от первичной, дегенеративные процессы развиваются на фоне хронического повышения внутриглазного давления (ВГД), сопровождающегося воспалительными и ишемическими процессами, что способствует более быстрому прогрессированию дистрофических изменений структур глаза и развитию оптической нейропатии [1]. Одним из наиболее распространенных видов вторичной глаукомы является стероидная глаукома, которая наблюдается у пациентов, длительно использующих глюкокортикостероидные препараты в качестве местной или системной терапии. Развитию данного состояния подвержены офтальмологические пациенты, проходящие длительную противовоспалительную терапию заболеваний глаз, онкологические и ревматологические пациенты [2, с. 420]. Учитывая многочисленность группы пациентов, охваченных вторичной глаукомой, а также тяжесть течения и осложнения, данное заболевание требует разработки новых методик лечения, направленных не только на нормализацию ВГД, но и на активизацию регенеративных процессов структур глаза, восстановление функций пораженных тканей [3].

Цель. Создать экспериментальную модель вторичной глаукомы, индуцированную введением дексаметазона.

Методы исследования. Исследование было проведено в два этапа на 20 кроликах породы шиншилла. На первом этапе на 2-ух кроликах была отработана экспериментальная модель: определена кратность субконъюнктивального (с/к) введения раствора дексаметазона с ежедневным (утром и вечером) измерением ВГД пальпаторно и по Маклакову. Левый глаз являлся контрольным, в правый глаз вводили с/к в нижний свод раствор дексаметазона в дозировке 4 мг/мл – 0,5 мл. Отработка модели проводилась в течение 24 дней. На 25 день кролики были выведены из эксперимента для проведения патоморфологического исследования. На втором этапе в исследование были включены 18 кроликов, которым вводили с/к раствор дексаметазона 4 мг/мл в нижний свод по 0,5 мл в оба глаза с установленной на первом этапе кратностью в течение 24 дней.

Результаты и их обсуждение. При отработке экспериментальной модели была определена кратность введения раствора дексаметазона для поддержания высокого внутриглазного давления. Установлено, что после введения препарата ВГД в опытных глазах снижалось до исходных или близких к нормальным значений в течение трех суток со дня введения. На четвертые сутки выполняли повторное с/к введение раствора дексаметазона в дозировке 4 мг/мл – 0,5 мл. На 25 день была проведена предварительная фиксация забранных интраоперационно глазных яблок и подготовка препаратов для морфологического исследования.

Полученные в ходе патоморфологического исследования данные свидетельствуют о развитии дистрофических нарушений важных структур глазного яблока: трабекулярной сети, сетчатки, зрительного нерва и роговицы. В опытных глазах (OD) выявлена выраженная экскавация ДЗН, что свидетельствует о повышении ВГД, в отличие от контрольных глаз (OS), где экскавация ДЗН отсутствовала (рис. 1, 2).

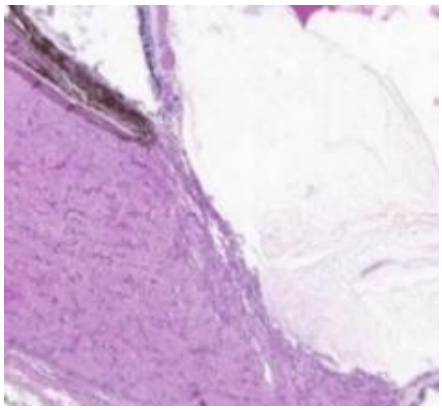


Рисунок 1 – Диск зрительного нерва в левом глазу. Экскавация отсутствует

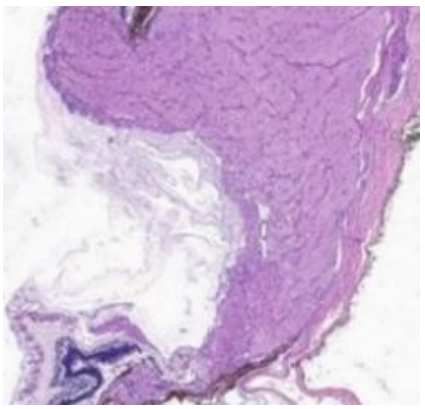


Рисунок 2 – Диск зрительного нерва в правом глазу. Выраженная экскавация диска зрительного нерва на фоне повышенного внутриглазного давления

Петли трабекулярной сети в опытных глазах (OD) расширены по сравнению с контрольными (OS). В опытных глазах нарушен отток внутриглазной жидкости, повышено ВГД, что свидетельствует об успешно созданной модели глаукомы. Особого внимания заслуживают выявленные патоморфологические изменения со стороны роговицы: утолщение роговицы за счет отека эпителия и стромы, нарушение ламинарности слоев и истончение боуменовой мембраны (рис. 3-5).

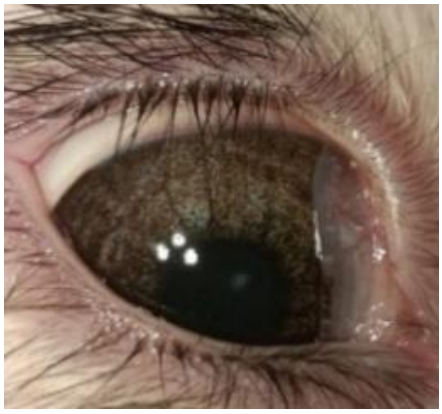


Рисунок 3 – Внешний вид правого глаза до начала эксперимента

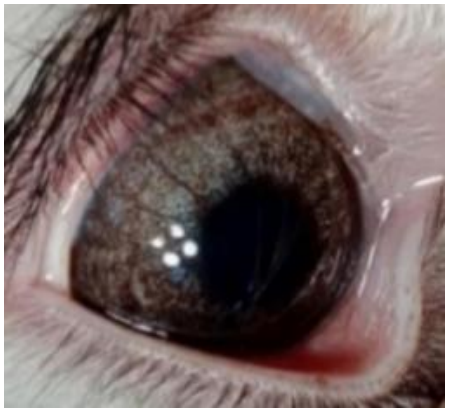


Рисунок 4 – Внешний вид правого глаза на 24 день эксперимента

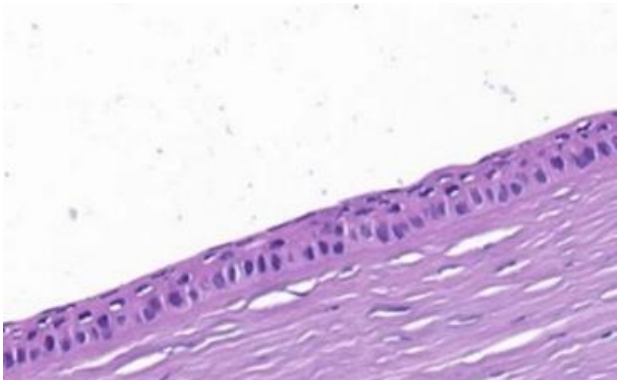


Рисунок 5 – Перинуклеарная вакуолизация роговичного эпителия

Выводы:

1. Разработана экспериментальная модель стероидной вторичной глаукомы, подтвержденная полученными патоморфологическими изменениями.

2. Патоморфология структур глаза выявила дистрофические изменения не только зрительного нерва, сетчатки, трабекулярной сети, но и роговицы.

3. Дегенеративные изменения на фоне высокого внутриглазного давления развились в течение короткого промежутка времени (24 дня эксперимента). Это подтверждает необходимость ранней нормализации регенеративных процессов структур глаза при терапии вторичной глаукомы, а не только снижения уровня ВГД [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. Harvey, D. H. Glucocorticoid-Induced Ocular Hypertension and Glaucoma / D. H. Harvey, C. K. Sugali, W. Mao // Clinical Ophthalmology. – 2024. – Vol. 18. – P. 481-505.

2. Стероидная глаукома / З. М. Нагорнова, А. В. Селезнев, И. А. Булах [и др.] // Клиническая медицина. – 2021. – Т. 99, № 7-8. – С. 420-428.

3. Новый взгляд на реабилитацию глазной поверхности у онкологических пациентов / Г. Р. Семак, Л. В. Науменко, М. П. Потапнев [и др.] // Евразийский онкологический журнал. – 2025. – Т. 13, № 4. – С. 457-464.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Степуро Т. Л., Зинчук В. В.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

В системе доклинической подготовки медицинского профиля фундаментальное место занимает нормальная физиология. Однако процесс освоения нормальной физиологии иностранными учащимися сопряжен с комплексом специфических барьеров [1]. Как показывает опыт, на втором курсе у студентов продолжаются глубокие адаптационные перестройки к культурной и академической среде. Дополнительными существенными факторами, которые приходится учитывать в образовательном процессе, являются языковой барьер, специфика национальных образовательных стратегий, различия в базовой довузовской подготовке. Освоение физиологии предъявляет свои требования к когнитивным ресурсам студентов: глубокому аналитическому пониманию, развитому абстрактному мышлению, способности осваивать практические навыки, умению не только воспроизводить, но и применять знания.

Констелляция перечисленных факторов на втором курсе создает существенное психоэмоциональное давление на обучающихся, что может негативно сказываться на качестве их подготовки. В связи с этим возникает острая необходимость научного осмысления, систематизации и модернизации как учебно-методических подходов, так и системы воспитательного сопровождения иностранных студентов для успешного освоения физиологии.

За годы работы на кафедре Гродненского государственного медицинского университета с иностранными студентами педагогическим коллективом был накоплен достаточный опыт для осознания и преодоления описанных противоречий и трудностей. Работу с иностранными студентами на кафедре начали с 1993 года, и первые годы обучение было организовано на русском языке. С 2003 года преподавание иностранным студентам стало проводиться на английском языке, что потребовало от профессорско-преподавательского состава разработки нового учебно-методического обеспечения, повышения языковой квалификации, адаптации личных коммуникативных стратегий.

Первое авторское учебное пособие на английском языке по физиологии для студентов факультета иностранных учащихся (ФИУ) было написано коллективом кафедры (Балбатун О. А., Орехов С. Д., Глуткин С. В., Емельянчик Ю. М.) под редакцией Зинчука В. В. в 2018 году. Последующее издание (2020 г.) вышло в виде учебника, претерпело существенные изменения и дополнения. Оба издания получили гриф Министерства образования РБ и

были рекомендованы для обучения студентов медицинских ВУЗов на английском языке. В ближайшее время планируется новый вариант учебника, который интегрировал фундаментальные классические представления с результатами передовых современных исследований в области физиологии, что критически важно для формирования у студентов актуального научного мировоззрения.

С 2012 года студентам был предложен практикум на английском языке под авторством Балбатуна О. А., Зинчука В. В. Данное пособие переиздавалось дважды с дополнениями в 2017 и 2019 гг. Практикум содержит не только вопросы для подготовки и списки профильной литературы, но и развернутые опорные графические схемы, таблицы, рисунки, описательную часть лабораторных работ, блок для описания полученных результатов и оформления выводов. Подобная структура нацелена на облегчение подготовки студентов к занятию, систематизацию и применение полученных теоретических знаний. Выполнение лабораторных работ с использованием практикума способствует поэтапному формированию у обучающихся компетенций сбора, анализа первичных данных с последующим формулированием выводов.

Для повышения эффективности обучения студентов на кафедре активно проводится цифровизация образовательного процесса [2]. Внедрение электронного учебно-методического комплекса (ЭУМК) для студентов ФИУ позволило организовать процесс в более интерактивной форме, с легким и гибким доступом к обучающим и лекционным материалам, облегчило и расширило возможности для обучения и контроля знаний студентов через применение тестовых заданий. Для подготовки к тестовым заданиям коллективом кафедры были изданы тестовые задания по дисциплине в 2013 и 2017 гг. Благодаря структурированности и постоянной доступности на платформе Moodle возможности ЭМУК помогли сохранить качество образования в период пандемии COVID-19.

Дополнительным стимулом академического роста студентов является ежегодная предметная Олимпиада по нормальной физиологии. Она ориентирована на глубокое освоение тестовых заданий. «Компьютерный марафон» стимулирует дух здоровой академической конкуренции, позволяя талантливым иностранным студентам реализовать свой интеллектуальный потенциал и получить преференции для сдачи экзамена.

Оценка компетенций иностранных студентов на кафедре строится на принципах многовекторности и гибкости. Традиционные формы контроля (стандартизированное компьютерное тестирование, структурированный устный и письменный опрос) гармонично сочетаются с интерактивными методиками, панельными дискуссиями, позволяющими оценить навыки клинического мышления и медицинской аргументации.

С целью удержания учебной мотивации и вовлечения иностранных учащихся в научно-образовательную среду на кафедре активно внедряются интерактивные цифровые ресурсы, например, использование платформы

Menti.com, и элементы геймификации. Флагманским проектом в данном направлении выступает «Физио Лига» – познавательно-игровая форма обучения, в организации которой принимают участие студенты под руководством преподавателей. Эффективность опыта проведения «Физио Лиги» проявляется в различных аспектах: возрастает глубина понимания сложных физиологических механизмов за счет их деконструкции в игровой форме, активизируются внутренние мотивационные стимулы обучающихся, успешное участие в проекте обеспечивает студентам академические преференции при прохождении промежуточной и итоговой аттестации.

Важную роль в профессиональном становлении профессорско-преподавательского состава, работающего с иностранными студентами, играет возможность международного сотрудничества. Наши доценты Балбатун О. А., Степуро Т. Л. регулярно принимают участие в англоязычном Российско-Китайском симпозиуме, конференциях, организатором которых выступает Воронежский медицинский университет. Кафедра поддерживает сотрудничество с Ереванским университетом традиционной медицины, ежегодно проводя образовательные семинары на английском языке. Участие студентов в таких мероприятиях позволяет им не только получить и закрепить теоретические знания, но и существенно расширить горизонты своей будущей профессиональной деятельности, посредством освоения передовых междисциплинарных подходов, интеграции в международное научное сообщество, развитие межкультурной компетентности.

Эффективная подготовка будущих специалистов здравоохранения не ограничивается трансляцией фундаментальных медицинских знаний, но требует комплексного педагогического сопровождения личности. Воспитательный процесс на кафедре нормальной физиологии реализуется как непрерывная, многовекторная система, интегрирующая академические требования с ценностно-ориентированной социализацией иностранных учащихся.

Важнейшим вектором образовательной стратегии кафедры нормальной физиологии является подготовка научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации в рамках магистратуры. Показательным результатом международной образовательной интеграции в текущем академическом году стала успешная подготовка пяти магистрантов из Китайской Народной Республики (КНР), завершивших курс углубленного теоретического и экспериментального обучения. Ключевым звеном практической подготовки магистрантов выступила научно-исследовательская производственная практика, подготовка магистерской работы. В системе непрерывного профессионального образования магистратура выполняет роль верификационного этапа, позволяющего молодому специалисту утвердиться в правильности профессионального выбора и объективно оценить степень собственной научно-теоретической подготовки. Успешная защита магистерских диссертаций исследователями из КНР подтвердила высокую

эффективность реализуемых на кафедре методических подходов, синергию фундаментальной науки и педагогического мастерства.

В процессе освоения иностранными студентами и магистрантами дисциплины «Нормальная физиология» на нашей кафедре ключевым вектором преподавания становится не просто трансляция знаний, а выстраивание адаптивной, цифровизированной и личностно ориентированной дидактической системы. Интеграция интерактивных форматов, международного сотрудничества и научно-исследовательской деятельности позволяет эффективно формировать устойчивые теоретические и практические компетенции у будущих врачей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способы повышения эффективности преподавания нормальной физиологии иностранным студентам / П. Т. Дацишин, О. А. Николаенко, О. Д. Омельченко [и др.] // International Scientific Review. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 75-76.

2. Инновационные технологии преподавания физиологии / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, Е. С. Билецкая [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2022. – Т. 20, № 6. – С. 661-666.

СНИЖЕНИЕ КОРТИКАЛЬНОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ КАК БИОМАРКЕР АСТЕНИИ И УСТАЛОСТИ: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ У СТУДЕНТОК

Степуро Т. Л., Ягело А. А., Панько М. С.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Современное высшее медицинское образование предъявляет высокие требования к когнитивным и психоэмоциональным ресурсам студентов. На первых годах обучения их нервная система, в силу возрастных особенностей, еще не достигла полной структурно-функциональной зрелости. Поэтому в условиях интенсивного учебного процесса, высокой информационной нагрузки и хронического дефицита времени нередко развиваются дезадаптационные состояния, приводящие к субклиническим депрессивным состояниям, тревожным расстройствам, астении, хронической усталости и другим серьезным психическим расстройствам [1, 2]. Результаты мета-анализов показывают, что психологическое здоровье студентов особенно усугубилось после пандемии COVID-19 [3]. Несмотря на широкое применение

ЭЭГ в исследованиях эмоциональных расстройств и когнитивных процессов, на сегодняшний день отсутствует систематическое, сравнительное исследование ЭЭГ-коррелятов психофизиологических состояний в студенческой популяции.

Цель. Провести сравнительный анализ показателей внутри- и межполушарной когерентности фоновой ЭЭГ, зарегистрированной в состоянии пассивного бодрствования (двигательный покой, закрытые глаза), с целью выявления дифференциальных нейрофизиологических маркеров, ассоциированных с уровнем усталости и астении в выборке студенток-медиков.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 42 студентки, второго курса, среднего возраста 18,5 лет, из них COVID-19 переболели 26 человек. Регистрация и анализ электроэнцефалограммы (ЭЭГ) осуществлялись по общепринятой методике с помощью компьютерного электроэнцефалографа-регистратора («Энцефалан-ЭЭГР-19/26», НКПФ «Медиком МТД», РФ). Для обработки спектров ЭЭГ использовалось программное обеспечение «Энцефалан» (НКПФ «Медиком МТД»). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно от фронтального лево- (F3) и правополушарного (F4), центрального лево- (C3) и правополушарного (C4), париетального лево- (P3) правополушарного (P4), окципитального лево- (O1) и правополушарного (O2) локусов, наложенных в соответствии с международной системой «10-20». В качестве референтных электродов к отведениям в каждом полушарии использовали электроды, расположенные на мочках ушей. Нейтральный («заземляющий») электрод располагали в локусе Cz. Частоты среза фильтров высоких и низких частот составляли соответственно 0,5 и 70 Гц. Регистрацию ЭЭГ проводили при закрытых глазах в состоянии двигательного покоя. Продолжительность каждой записи составляла 60 секунд, анализу подвергался участок ЭЭГ продолжительностью 30 секунд. В составе ЭЭГ дифференцировались следующие диапазоны и поддиапазоны: дельта 1-ритм (0,5-2 Гц), дельта 2-ритм (2-4 Гц), тета-ритм (4-8 Гц), альфа-ритм (8-13 Гц), бета1-ритм (13-24 Гц) и бета 2- ритм (24-35 Гц).

Определение уровня усталости проводили по шкале FAS (Fatigue Assessment Scale). Наличие астенического расстройства оценивалось по субъективной шкале оценки астении (Multidimensional Fatigue Inventory, MFI-20).

Статистическую обработку результатов выполняли с использованием программы Statistica 10.0. Оценку соответствия нормальному распределению параметров ЭЭГ, показателей усталости и астении проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для анализа корреляционной зависимости показателей когерентности ЭЭГ с параметрами шкал FAS и MFI-20 использовали критерий Спирмана. Значимым принимался уровень корреляции при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. В группе студенток, включенных в исследование, был обнаружен достаточно большой разброс показателя усталости, оцененной по шкале FAS. Медианное значение данного показателя в

группе составил 23,5 балла при разбросе от минимального значения 15 до максимального – 39 баллов. В среднем по выборке оказался повышенным среди студенток и показатель астении: медианное значение суммарного показателя шкалы MFI-20 составило 52 балла, при минимальном – 24, и максимальном – 82 балла.

Оценка ассоциации уровня усталости и коэффициента когерентности ЭЭГ показала, что более высокие показатели шкалы FAS коррелировали с понижением коэффициента когерентности межполушарной синхронизации в диапазоне дельта-1 ритма между C3-F4, C3-C4, C3-P4 и C3-O2 областями. Также было выявлено, что уровень синхронизации в дельта-1 диапазоне C3 локуса со всеми исследованными областями конвекситальной поверхности мозга обратно коррелирует с уровнем усталости.

Высокий уровень астении (суммарный показатель шкалы MFI-20) оказался связанным с низким коэффициентом когерентности на дельта-1 частоте между локусами C3-O2 и локуса O1 со всеми областями, на дельта-2 частоте – между P4-O2, P3-O1 отведениями. В отличие от усталости, показатель астении также имел отрицательную корреляцию с коэффициентом когерентности на частотах бета-1 и -2 между P3-O1, P4-O1 областями, только на частоте бета-2 – между O1 со всеми областями. Дополнительно к описанным, коэффициенты когерентности на частотах тета и альфа локусов P3-O1 также отрицательно коррелировали с уровнем астении. В целом снижение коэффициентов когерентности на усредненной частоте локусов F4-C3, P3-O1, P4-O1 и O1 со всеми отведениями было связано с высоким значением суммарного показателя шкалы MFI-20.

Корреляционный анализ выявил достоверные отрицательные связи между выраженностью астенического синдрома и усталости, с одной стороны, и показателями функциональной межполушарной и внутриполушарной когерентности ЭЭГ, с другой стороны, что свидетельствует о снижении интегративной активности коры больших полушарий при нарастании психоэмоционального истощения.

Установлено, что высокий уровень усталости (по шкале FAS) ассоциирован с ослаблением когерентных связей преимущественно в медленно-волновом дельта-1 диапазоне, причём наиболее чувствительным маркером является снижение синхронизации левой центральной области (локус C3) со всеми исследованными локусами правого полушария.

В отличие от усталости, астения (по шкале MFI-20) характеризуется более разнообразными пространственными и частотными нарушениями межрегионального взаимодействия. Помимо дельта-диапазона, для астении выявлены значимые отрицательные корреляции в бета-1, бета-2, тета- и альфа-диапазонах, что может отражать вовлечение не только глубоких регуляторных процессов, но и кортикальных механизмов обработки информации, связанных с поддержанием бодрствования и внимания. Особую роль играют ипси- и контралатеральные затылочно-теменные области (P3-O1, P4-O1 и O1 со всеми

локусами), снижение когерентности которых наиболее тесно сопряжено с выраженностью астенической симптоматики.

Выводы. Таким образом, полученные данные позволяют рассматривать снижение коэффициентов когерентности, особенно в локусах C3, P3-O1, P4-O1 и O1, в качестве нейрофизиологических коррелятов астении и усталости. При этом астения сопровождается более грубыми и полимодальными (охватывающими широкий частотный спектр) нарушениями кортикальной синхронизации по сравнению с изолированной усталостью, что может указывать на качественные различия в нейродинамических механизмах этих состояний. Выявленные паттерны могут быть использованы в качестве объективных электрофизиологических биомаркеров для дифференциальной диагностики и оценки тяжести астенического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. WHO World Mental Health Surveys International College Student Project: Prevalence and distribution of mental disorders / R. P. Auerbach, P. Mortier, R. Bruffaerts [et al.] // Journal of Abnormal Psychology. – 2018. – Vol. 127, № 7. – P. 623-638.

2. Stress, mental health, and protective factors in nursing students: An observational study / M. E. Visier-Alfonso, C. Sarabia-Cobo, A. I. Cobo-Cuenca [et al.] // Nurse Educ Today. – 2024. – Vol. 139. – Art. 106258.

3. Mental Health of Children and Adolescents Amidst COVID-19 and Past Pandemics: A Rapid Systematic Review / S. Meherali, N. Punjani, S. Louie-Poon [et al.] // Int J Environ Res Public Health. – 2021. – Vol. 18, № 7. – Art. 3432.

ХРОНИЧЕСКИЙ СТРЕСС: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Сущевич В. В.

Минская ордена Трудового Красного Знамени областная клиническая больница аг. Лесной, Беларусь

Введение. Хронический стресс – один из значимых немодифицируемых факторов, влияющий на нейроэндокринную регуляцию и индуцирующий метаболические нарушения. Центральное место в реализации стресс-индуцированных эффектов принадлежит гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Ее активация влечет изменение циркадных ритмов и уровня секреции кортизола, что, в свою очередь, приводит к дисбалансу углеводного и липидного обмена, формированию инсулинорезистентности, следствием чего является висцеральное ожирение, артериальная гипертензия и хроническое низкоинтенсивное воспаление, что в совокупности способствует развитию метаболического синдрома.

Цель. Оценить уровень значимости физиологических и биохимических процессов в формировании хронического стресса.

Методы исследования. Анализ научных публикаций и обобщение данных о роли хронического стресса в регуляции секреции кортизола и значимости в формировании метаболического синдрома. Поиск литературы осуществлялся в международных электронных базах: cyberleninka.ru, PubMed/MEDLINE, за период 2020-2026 гг.

Результаты и их обсуждение. Стресс – универсальный, эволюционно сложившийся физиологический механизм адаптационных реакций организма к изменяющимся условиям среды обитания, включая социальные отношения. Однако при критическом превышении адаптационных возможностей организма стресс из защитного механизма превращается в патогенетическую основу многих заболеваний с повреждением структуры и функций регуляторных систем, тканей и органов на клеточном и молекулярном уровне. Понимание этих механизмов является фундаментом для разработки методов профилактики и коррекции стресс-индуцированных состояний.

Стресс-реакция имеет сложную нейроэндокринную природу и реализуется через каскадное взаимодействие центральной нервной системы, гипоталамуса, гипофиза и надпочечников (ГГН). При стрессе, наряду с адаптацией к воздействию сверхпороговых раздражителей, порой пролонгированного действия, имеют место элементы не только активации различных физиологических функций, но и биохимический ответ организма, сопровождающийся увеличением в крови содержания стрессорных гормонов – кортизола и адреналина, мобилизующих обменные процессы. Морфологически это проявляется в увеличении объема коркового вещества надпочечников, уменьшении вилочковой железы, селезенки и лимфатических узлов; нарушается обмен веществ, отмечается лейкоцитоз, лимфопения, эозинопения, меняется структура гемоглобина, альбумина, повышается содержание продуктов стрессового катаболизма, спазмы желудочно-кишечного тракта, повреждение слизистой желудка и др. [1].

Также запускается целый комплекс физиологических и биохимических реакций метаболического и молекулярного уровня, с мощной оксидантной атакой, порождающей каскад токсичных агентов. В результате значительного усиления окислительных процессов (окислительный стресс) накапливаются биологически активные соединения, обусловливающие модификацию белков, липидов, углеводов, гормонов, рецепторов, митохондрий, нуклеиновых кислот, что эпигенитически воздействует на геном [1].

Молекулярные механизмы на клеточном уровне затрагивают изменения мембранных липидов. Под действием активированных гормонами окислительных ферментов (ксантин-, моноамин-оксидаз) происходит развитие окислительного стресса: взаимодействуя с оксидом азота, образуются активные формы азота (нитриты, нитраты, пероксинитриты); с углеводами и липидами развивается карбонильный стресс с образованием активных карбон-оксидов.

Оксиданты – это сигнал клетке о наличии стрессовой ситуации и запуск защитных реакций или (при перенапряжении систем адаптации) развитие / обострение хронических заболеваний, для каждого из которых отмечается преимущественное повреждение метаболических процессов. Интерес науки к проблеме метаболических стрессов объясняется поиском эффективных средств защиты от патологического действия оксидантов.

Стресс-событие воздействует на лимбическую систему – комплекс анатомически и функционально связанных структур головного мозга, который осуществляет регуляцию эмоционально-мотивационного поведения, памяти, вегетативных реакций, а также поддерживает гомеостаз и не регулируется волей и желаниями. На эмоциональном уровне (1-я фаза стресс-реакции) стресс-событие порождает тревогу и панические атаки, головокружение и головные боли вплоть до приступов мигрени, реакции возбуждения, иногда бессонницу, слабость (не связанную с физическим переутомлением). Это длится около 3 дней, затем наступает фаза эмоционального торможения, с выходом на фазу стойких циклических переживаний и энергетического истощения (2-я фаза стресс-реакции), которая включает, в том числе и оксидантный стресс. Если ЦНС «не готова» скомпенсировать эмоциональное состояние (она истощена длительным стрессом), фаза «упадка сил» может затянуться и наступают болезни, индуцируемые нервно-психологическим срывом и гормональным всплеском лимбической системы, к которым генетически предрасположен организм, или обостряются хронические патологии, которые были в анамнезе (3-я фаза стресс-реакции). Как следствие – резко ухудшается концентрация внимания, памяти, адекватности эмоциональных реакций, возникает слабость, плаксивость и разные соматические реакции: тахикардия, повышение АД и др., в том числе сбой циркадных ритмов, порождающих бессонницу. В этот период лимбическая система, как и иные структуры головного мозга, испытывает сильное энергетическое истощение, наступают нарушения биохимических реакций мозга с мощной оксидантной атакой, и заставить его адекватно работать усилиями воли – невозможно.

Индивидуальная чувствительность к кортизолу, как и предрасположенность к метаболическому синдрому, определяется генетическими и эпигенетическими механизмами. Полиморфизмы в генах глюкокортикоидного рецептора (GR) и ферментов метаболизма кортизола (11β-HSD1) могут усиливать или ослаблять влияние хронического стресса на обмен веществ. Эпигенетические модификации под воздействием стрессовых факторов в раннем возрасте также влияют на последующую активность ГГН оси и увеличивают риск развития метаболического синдрома во взрослом возрасте [2].

Хронический стресс также повышает уровни провоспалительных цитокинов (TNF-α, IL-6 и C-RP), что создает почву для низкоинтенсивного системного воспаления. Это усугубляет инсулинорезистентность, нарушает функции эндотелия и способствует развитию ранних атеросклеротических

изменений, создавая благоприятный фон для кардиометаболических осложнений [2].

Психоэмоциональные и когнитивные последствия хронического стресса также имеют клиническое значение: депрессия, тревожные расстройства, нарушения сна и когнитивные дисфункции усиливают нарушение метаболических процессов и снижают эффективность лечебных и профилактических мероприятий и требуют комплексного подхода к диагностике, мониторингу и коррекции [3].

Выводы. Хронический стресс – немодифицируемый фактор риска, индуцирующий метаболические нарушения, дисбаланс психоэмоционального состояния, энергетическое и биохимическое истощение и создает почву для низкоинтенсивного системного воспаления, что порождает обострение хронических патологий. Коррекция данного состояния требует междисциплинарного подхода (эндокринологии, кардиологии, психотерапии, диетологии). Эпигенетические подходы эффективны, но требуют углубленного изучения для противодействия оксидантам и иным стресс-реакциям биохимического, энергетического уровней и дисбаланса циркадных ритмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кругликов, Н. Ю. Физиология стресса: нейроэндокринные механизмы и его влияние на организм / Н. Ю. Кругликов // Биология и интегративная медицина. – 2026. – № 5. – С. 14-19.

2. Калижан, М. К. Роль хронического стресса в модуляции и секреции кортизола и развитии метаболического синдрома / М. К. Калижан // Вестник науки. – 2026. – Т. 1, № 1. – С. 277-287.

3. Basal cortisol levels and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of observational studies / A. Garcez, H. M. Leite, E. Weiderpass // Psychoneuroendocrinology. – 2018. – Vol. 95. – P. 50-62.

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АРГИНИНА И ЕГО МЕТИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ КАК БИОМАРКЕРОВ АДАПТАЦИОННОГО ОТВЕТА НА СТРЕСС

Тарасевич А. Р., Сурмач Д. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Даже с учетом значительных успехов в понимании патогенеза сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и хронической болезни почек, поиск удобных биомаркеров для мониторинга терапии и ранней диагностики остается

актуальным направлением исследований. Метилированные производные аргинина, образующиеся в процессе посттрансляционной модификации остатков аргинина в белках и высвобождающиеся при протеолизе, обладают широким спектром эффектов, главным образом за счёт вмешательства в систему синтеза оксида азота (NO) [1]. Асимметричный диметиларгинин (ADMA) является конкурентным ингибитором эндотелиальной NO-синтазы (eNOS), его накопление в организме ведет к снижению биодоступности оксида азота, что непосредственно влияет на развитие дисфункции эндотелия [2, 3]. Симметричный диметиларгинин (SDMA) нарушает транспорт L-аргинина в клетки, конкурируя с аргинином за перенос через катионные аминокислотные транспортеры (CAT), которые обеспечивают поступление аргинина в эндотелиальные клетки. Поскольку синтез NO зависит от внутриклеточной концентрации аргинина, снижение его транспорта приводит к функциональному «голоданию» NO-синтазы и недостатку оксида азота, что вызывает каскад физиологических нарушений [4]. При окислительном стрессе и стрессе эндоплазматического ретикулума уровни ADMA и SDMA повышаются, усугубляя эндотелиальную дисфункцию и способствуют прогрессии ССЗ [1]. Именно из-за этого уровни ADMA и SDMA являются удобным показателем для мониторинга состояния эндотелия и актуальным направлением для исследования. Соотношения Arg/ADMA и Arg/SDMA понижаются при этих заболеваниях [2] позволяя использовать их в качестве чувствительных маркеров прогрессирования ССЗ.

Цель. Оценить уровни аргинина (Arg), симметричного диметиларгинина (SDMA) и асимметричного диметиларгинина (ADMA) и корреляции между ними в тканях структур головного мозга лабораторных животных в условиях экспериментальной модели.

Методы исследования. Исследование проводилось на 20 самцах белых беспородных крыс массой 230±10 г, поделённых на 2 группы. Первую группу составили интактные животные; во вторую группу вошли 10 животных, испытывавших воздействие хронической гипотермии: плавание в холодной воде (12±2°C) в течение 10 минут 1 раз в сутки на протяжении 5 дней. Животные выводились из эксперимента спустя 1 час после вынужденного плавания [5].

Уровни свободных аминокислот и родственных соединений определяли в безбелковых экстрактах ткани структур головного мозга методом обращенно-фазной ВЭЖХ с предколоночной дериватизацией *о*-фталевым альдегидом и 3-меркаптопропионовой кислотой и детектированием по флуоресценции [6].

Данные обрабатывали с использованием методов описательной статистики и парных сравнений по Стьюденту; результаты сравнений (статистическую значимость различий между группами) проверяли непараметрическим тестом Манна-Уитни. Корреляционные связи между определенными переменными в пределах групп определяли путем построения корреляционных матриц Пирсона.

Результаты и их обсуждение. Уровень аргинина в плазме крови при экспериментальной гипотермии был значимо выше, чем в контроле ($p<0,001$). В то же время уровни как SDMA, так и ADMA не имели статистически значимых различий с контролем ($p>0,05$) (таблица 1).

Соотношения Arg/ADMA и Arg/SDMA при стрессе, вызванном гипотремией, возрастали ($p<0,05$).

Таблица 1 – Уровни аргинина, ADMA и SDMA (мкМ) и соотношения концентраций Arg/ADMA и Arg/ SDMA в плазме крыс контрольной (группа 1) и опытной групп (группа 3)

	Контроль, n=10	**Опыт, n=10**
Arg	299,8180 ± 20,6769	447,9045 ± 23,8791*
ADMA	0,7712 ± 0,0626	0,6843 ± 0,09
SDMA	2,2221 ± 0,109	2,1465 ± 0,1741
Arg/SDMA	135,6952 ± 7,4616	225,4519 ± 25,1202*
Arg/ADMA	413,8548 ± 42,1133	816,4477 ± 172,0254*

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с контрольной группой ($p<0,05$)

Значительное увеличение этих соотношений при неизменности уровней ADMA и SDMA, свидетельствует о том, что изменения соотношений происходят за счет увеличения уровня Arg. Вследствие увеличения биодоступности аргинина возможно повышение синтеза NO. В свою очередь NO является сильнейшим вазодилататором, и способствует поддержанию церебрального кровотока [4]. Неизменный уровень ADMA может свидетельствовать о том, что его образование при протеолизе белков эндотелия не повышено, если принять активность фермента диметиларгинин-диметиламиногидролазы неизменной [3]. Это обеспечивает более низкую степень ингибирующего влияния ADMA на активность NO-синтазы в данных условиях эксперимента. В то же время неизменный уровень SDMA свидетельствует о стабильной работе транспортных систем для аргинина [2], включая его экскрецию.

Исходя из этого можно утверждать, что изменение соотношений Arg/ADMA и Arg/SDMA происходит в рамках адаптационного ответа на возникший стресс, а не вследствие развития патологических процессов или заболеваний.

Выводы. Рост пула аргинина при отсутствии роста его метилированных производных свидетельствует об адаптивной реакции организма на стресс. Данный ответ организма обеспечивает высокую биодоступность NO и предотвращает развитие эндотелиальной дисфункции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Asymmetric (ADMA) and symmetric (SDMA) dimethylarginines in chronic kidney disease: a clinical approach / E. Oliva-Damaso, N. Oliva-Damaso, F. Rodriguez-Esparragon [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – Vol. 20, № 15. – Art. 3668.

2. Transcriptional control. of the arginine/lysine transporter, Cat-1, by physiological stress / J. Fernandez, A. B. Lopez, C. Wang [et al.] // Journal of Biological Chemistry. – 2003. – Vol. 278, № 48. – С. 50000–50009.

3. Асимметричный диметиларгинин в качестве лабораторного критерия после корригирующей терапии у пациентов с аневризмой восходящего отдела грудной аорты / Т. Ф. Субботина, Н. Д. Гаврилюк, Т. А. Дружкова [и др.] // Атеросклероз и дислипидемии. – 2022. – Т. 1, № 46. – С. 40–46.

4. L-аргинин и артериальная гипертензия: клинико-патогенетические взаимосвязи и коморбидность / В. А. Щербак, А. С. Медведева, Т. А. Аксенова [и др.] // Acta Biomedica Scientifica. – 2024. – Т. 9, № 1. – С. 32–41.

5. Влияние холодового стресса и острой алкогольной интоксикации на аминокислоты с разветвлённой углеродной цепью в тимусе крыс / Н. А. Валько, А. А. Дробышевская, Т. Р. Блошко [др.] // Актуальные проблемы медицины : сб. материалов итоговой науч.-практ. конф., 29 янв. 2026 г. / отв. ред. И. Г. Жук. – Гродно, 2026. – С. 58–60.

6. Дорошенко, Е.М. Структура пула свободных аминокислот и их производных плазмы крови у пациентов с ишемической болезнью сердца и проявлениями хронической сердечной недостаточности / Е. М. Дорошенко, В. А. Снежицкий, В. В. Лелевич // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2017. – Т. 15, № 5. – С. 551–556.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОКОЕ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ

Титова Е. М.

Республиканский научно-практический центр спорта
Минск, Беларусь

Введение. Восстановление частоты сердечных сокращений (ЧСС) после физической нагрузки является важным показателем функционального состояния и адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы спортсменов. Скорость снижения ЧСС в постнагрузочном периоде отражает эффективность перестройки автономной регуляции после прекращения мышечной работы и зависит от интенсивности нагрузки, уровня тренированности, пола и особенностей восстановительного периода [1-3]. Для оценки исходного состояния автономной регуляции широко применяют анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР). Временные и спектральные показатели характеризуют особенности регуляции сердечного ритма в покое. Предполагается, что исходные параметры ВСР могут быть связаны с последующим восстановлением ЧСС [4], однако характер этих связей способен

различаться в зависимости от спортивной специализации и направленности нагрузки.

Цель. Установить взаимосвязь между временными и спектральными показателями ВСР, зарегистрированными в состоянии покоя и скоростью восстановления ЧСС после максимальной нагрузки аэробного и анаэробного характера у спортсменов с различной направленностью тренировочно-соревновательной деятельности.

Методы исследования. В исследовании приняли участие 1650 спортсменов: 1047 мужчин и 603 женщин. Спортсмены были объединены в 4 группы видов спорта, в зависимости от специфики движений, структуры соревновательной и тренировочной деятельности: циклические виды спорта – 576 человек (365 мужчин и 211 женщин), игровые – 580 человек (382 мужчины и 198 женщин), единоборства – 300 человек (194 мужчины и 106 женщин) и сложнокоординационные виды спорта – 194 человека (106 мужчин и 88 женщин). Обследование проводили в лабораторных условиях в первой половине дня после получения письменного информированного согласия; протокол был одобрен локальным этическим комитетом (12.05.2022, № 1). Сначала все спортсмены выполняли нагрузку аэробного характера: максимальное нагрузочное тестирование «до отказа» (спировелоэргометрия) на велоэргометре Shiller со ступенчатовозрастающей нагрузкой (начальная мощность – 50 Вт, шаг ступени – 25 Вт). После 30-минутного отдыха и восстановления спортсмены выполняли нагрузку анаэробного характера: Вингейт-тест на велоэргометре Monark Ergomedic 894e в течение 30 секунд с использованием отягощения в 7,5% от массы тела. После ступенчатовозрастающей нагрузки «до отказа» время восстановления ЧСС регистрировали в течение 5 минут, после Вингейт-теста – в течение 3 минут. Скорость восстановления ЧСС выражали в процентах как отношение разности между ЧСС на последней минуте восстановления и максимальной ЧСС к величине максимальной ЧСС на пике нагрузки: (ЧССв.−ЧССм.)/ЧССм.×100%, где ЧССв. – ЧСС на последней минуте восстановления, ЧССм. – пиковая ЧСС. Вследствие того, что ЧССв.<ЧССм., все значения ЧСС (%) были отрицательными; более отрицательные значения интерпретировались как более быстрое восстановление ЧСС. Для оценки состояния автономной регуляции использовали регистрацию временных (SDNN, мс; RMSSD, мс; pNN50,%) и спектральных (TP, мс^2; VLF, мс^2; LF, мс^2; HF, мс^2 и LF/HF) показателей ВРС и показателей кардиоинтервалографии (ИН. у.е.) на аппаратно-программном комплексе «Поли-Спектр» в первой половине дня, в положении лежа в течение 3 минут до выполнения нагрузочного тестирования. Статистический анализ выполняли с использованием Excel 2021 и STATISTICA 10.0; нормальность распределения проверяли критерием Шапиро-Уилка. Силу и направленность взаимосвязей между показателями оценивали по коэффициенту ранговой корреляции Спирмена; статистическую значимость различий принимали при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. По данным корреляционного анализа скорость восстановления ЧСС (%) после максимальной нагрузки аэробного характера (спировелоэргометрии) у мужчин *циклических* видов спорта имела слабую положительную связь с показателями LF/HF симпато-вагусного баланса и индексом напряжения ИН (r=0,163 и 0,234, p<0,05, соответственно) и слабую отрицательную связь с временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,146, -0,215 и -0,249, p<0,05, соответственно). У женщин этой группы спорта выявлена только слабая связь с индексом напряжения (r=0,153 p<0,05). У мужчин *игровых* видов спорта зарегистрирована слабая отрицательная связь с показателями RMSSD, pNN50 (r=-0,117 и -0,117, p<0,05, соответственно). Слабая положительная связь ИН со скоростью восстановления после аэробной нагрузки выявлена и у мужчин, и у женщин (r=0,143 и 0,172, p<0,05, соответственно). У представителей *единоборств* слабая связь скорости восстановления ЧСС (%) со спектральными и временными показателями ВСР в покое LF/HF, RMSSD, pNN50 была выявлена только у мужчин (r=0,216, -0,142 и -0,237, p<0,05, соответственно). У мужчин *сложнокоординационных* видов спорта скорость восстановления ЧСС (%) после физической нагрузки аэробного характера была слабо связана со спектральными показателями HF и LF/HF, (r=-0,220 и 0,218, p<0,05, соответственно). и временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,217, -0,351 и -0,346, p<0,05, соответственно). У женщин сложнокоординационных видов спорта скорость восстановления ЧСС была слабо связана со спектральными показателями TP, LF, и HF (r=-0,285, -0,276 и -0,294, p<0,05, соответственно) и временными показателями SDNN, RMSSD, pNN50 (r=-0,303, -0,377 и -0,377, p<0,05, соответственно).

Скорость восстановления ЧСС (%) в ближайшем восстановительном периоде после достижения максимальных значений в анаэробном Вингейт-тесте имела слабую связь с ИН у мужчин циклических видов спорта (r=0,132, p<0,05) и с LF у мужчин сложнокоординационных видов спорта (r=0,233, p<0,05). Достоверных связей скорости восстановления ЧСС после нагрузки анаэробного характера с показателями ВСР у женщин и у мужчин единоборцев и представителей игровых видов спорта не выявлено.

Выводы. У спортсменов выявлены статистически значимые взаимосвязи между показателями ВСР в покое и скоростью восстановления ЧСС после физической нагрузки, однако большинство корреляций были слабыми. Связи между ВСР в покое и восстановлением ЧСС чаще выявлялись после максимальной нагрузки аэробного характера, чем после анаэробного Вингейт-теста, что указывало на различия в механизмах автономного обеспечения восстановления после нагрузок разной направленности. Отрицательные связи скорости восстановления ЧСС с RMSSD, pNN50, SDNN и HF свидетельствовали о том, что более высокие значения показателей, связанных с вариабельностью и парасимпатической регуляцией, ассоциированы с большим снижением ЧСС и более быстрым восстановлением. Положительные связи ЧСС (%) с LF/HF и индексом напряжения указывали на ассоциацию повышенного

симпато-вагусного баланса и индекса напряжения регуляторных систем с менее выраженным восстановлением ЧСС после физической нагрузки. Наиболее широкий спектр взаимосвязей после аэробной нагрузки выявлен у представителей сложнокоординационных видов спорта, а у женщин этой группы корреляции были более многочисленными и выраженными. После анаэробной нагрузки корреляционные связи обнаружены только у мужчин циклических и сложнокоординационных видов спорта. У женщин и мужчин игровых видов спорта и единоборств статистически значимых корреляций не выявлено. Взаимосвязь показателей вариабельности сердечного ритма в покое со скоростью восстановления ЧСС после физической нагрузки у спортсменов зависит от характера нагрузки, пола и спортивной специализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Peçanha, T. Heart rate recovery: autonomic determinants, methods of assessment and association with mortality and cardiovascular diseases // T. Peçanh, N. D. Silva-Júnior, C. L. M. Forjaz / Clin Physiol Funct Imaging. – 2017. – Vol. 37, № 4. – P. 327–339.

2. Heart rate variability and recovery following maximal exercise in endurance athletes and physically active individuals // R. F. Bentley, E. Vecchiarelli, L. Banks [et al.] / Appl Physiol Nutr Metab. – 2020. – Vol. 45, № 10. – P. 1138–1144.

3. Post-exercise heart rate recovery and parasympathetic reactivation are comparable between prepubertal boys and well-trained adult male endurance athletes / A. Dupuy, A. Birat, O. Maurelli [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 2022. – Vol. 122, № 2. – P. 345–355.

4. Post-exercise heart-rate recovery correlates to resting heart-rate variability in healthy men // G. E. Molina, K. E. Fontana, L. G. Porto [et al.] / Clin Auton Res. – 2016. – Vol. 26, № 6. – P. 415–421.

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ

Токарев В. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Из-за отсутствия в геноме млекопитающих соответствующих гидрогеназ, молекулярный водород (H_2) традиционно классифицировался как физиологически не активный газ, не вовлеченный в системный метаболизм человека и поэтому лишенный специфических молекулярных мишеней в тканях человека [1, с. 624].

Однако новаторская публикация в журнале Nature Medicine (2007) под авторством I. Ohsawa с соавторами, показала, что молекулярный водород селективно элиминирует цитотоксические реактивные формы кислорода,

особенно гидроксильные радикалы (•OH) и пероксинитрит ($ONOO^-$) не оказывая влияние на менее активные формы кислорода, участвующие в нормальной клеточной сигнализации [2, с. 689].

Данная работа инициировала исследования в области использования молекулярного водорода как медицинского газа, впоследствии количество исследовательских работ по теме составило от 1800 до 2500 за период с 2007 по 2026 год.

Интерес к применению молекулярного водорода обусловлен его уникальными свойствами. Благодаря малому размеру молекулы и очень низкой молекулярной массе водород способен легко проникать через любые биологические барьеры.

В отличие от ряда традиционных антиоксидантов, характеризующихся высокой токсичностью, условно инертный молекулярный водород обладает нулевым окислительно-восстановительным потенциалом в водных средах. Это объясняет отсутствие токсического действия даже при длительной экспозиции в газовых смесях с его высокой концентрацией.

В системе кровообращения эритроциты подвергаются воздействию кислорода, что в сочетании с различными железосодержащими белками, включая трансферрин и ферритин, способствует образованию активных форм кислорода посредством реакций Хабера-Вайсса/Фентона.

Патологии сердечно-сосудистой системы, вызывающие замедление кровотока в микроциркуляторном русле, приводят к повышению вязкости крови и агрегации эритроцитов из-за низких скоростей сдвига. Свойства мембраны эритроцитов являются одним из важнейших факторов, определяющих реологию крови и микрососудистую гемодинамику, напрямую влияя на скорость сдвига и степень агрегации [3, с. 61].

В связи с этим, изучение процесса перекисного окисления липидов мембраны эритроцитов и способы его коррекции у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями диктует необходимость поиска эффективных антиоксидантов.

Следует отметить, что снижение деформируемости эритроцитов связано с повреждением их мембраны свободными радикалами кислорода. Следовательно, применение H_2 может улучшать текучесть крови за счет подавления агрегации эритроцитов и сохранения их нормальной двояковогнутой формы благодаря повышению антиоксидантной способности организма [4, с. 74].

В свою очередь, поверхностный заряд эритроцитов (дзета-потенциал) играет важную роль в механизме агрегации. Снижение поверхностного заряда приводит к образованию агрегатов эритроцитов. Улучшение кровообращения, связанное со снижением агрегации, обусловлено увеличением электроотрицательности мембраны, под действием H_2 [5, с. 412].

Недавние исследования, показали, что ингаляция H_2 приводит к значительному повышению концентрации АТФ в эритроцитах, что указывает

на улучшение их метаболизма и, вероятно, обусловлено защитой гликолитических ферментов от окисления активными формами кислорода [3, с. 63].

Концентрация АТФ также влияет на деформацию и агрегацию эритроцитов. Так как АТФ служит донором фосфата для реакций протеинкиназы, которые фосфорилируют мембранные белки, что усиливает деформацию эритроцитов. Увеличение концентрации АТФ в эритроцитах приводит к фосфорилированию спектрина, анкирина, белка 4.1R и ослабляет белково-белковые взаимодействия. Это делает эритроциты более пластичными и позволяет им легче проходить через узкие капилляры, улучшая микроциркуляцию и снижая вязкость крови.

Кроме того, молекулярный водород может снижать окислительный стресс за счет своего воздействия на антиоксидантную систему, стимулируя рост компонентов антиоксидантной системы, включая гемоксигеназу-1, супероксиддисмутазу, активность каталазы и миелопероксидазы [5, с. 416].

Возможно, антиоксидантные эффекты молекулярного водорода опосредуются его метаболическим действием. Так как увеличение АТФ способствует поддержанию уровня глутатиона, важнейшего антиоксидантного трипептида и тиоредоксина являющихся не ферментативными антиоксидантами.

Для объяснения эффектов H_2 было высказано предположение Jin и соавт. (2023), они идентифицировали окисленную форму Fe-порфирина (гематин) как первичную молекулярную мишень/биосенсор H_2. Исследователи показали, что в присутствии CO_2 молекулярный водород способен восстанавливать окисленный гем Fe(III)-OH до Fe(II)-H с последующим каталитическим удалением OH и восстановлением CO_2 до CO. По сути, H_2 запускает механизм «ремонта» окисленных гем-содержащих белков (NO-синтазы, каталазы и др.), восстанавливая их функциональную активность. Эта модель объясняет, почему даже небольшие дозы H_2 могут оказывать мощное протекторное действие именно в условиях окислительного стресса, когда гемы подвергаются окислительной модификации [1, с. 630].

Несмотря на то, что подавляющее большинство работ выполнено на клеточных культурах или животных моделях и интерпретация полученных результатов применительно к клиническим ситуациям требует дополнительных исследований, анализ литературных данных показывает, что молекулярный водород обладает антиоксидантными и цитопротекторными свойствами в отношении эритроцитов при окислительном стрессе, которые реализуются через механизмы репарации гема, повышения АТФ и модуляции поверхностного заряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ohta, Sh. Hydrogen therapy from the initiation to its practical applications / Sh. Ohta // Pulmonologiya. – 2024. – Vol. 34, № 5. – P. 624–633.

2. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals / I. Ohsawa, M. Ishikawa, K. Takahashi [et al.] // Nat. Med. – 2007. – Vol. 13, № 6. – P. 688–694.

3. Molecular hydrogen exposure improves functional state of red blood cells in the early postoperative period: a randomized clinical study / A. V. Deryugina, D. A. Danilova, Y. D. Brichkin [et al.] // Med. Gas. Res. – 2023. – Vol. 13, № 2. – P. 59–66.

4. Takada, Y. Hydrogen Gas Inhalation Prevents Erythrocyte Aggregation and Promotes Leukocyte Phagocytosis Together with Increases in Serum Antioxidant Activity / Y. Takada, N. Miwa // Hydrogen. – 2022. – Vol. 3, № 1. – P. 72–82.

5. The Effect of Molecular Hydrogen on Functional States of Erythrocytes in Rats with Simulated Chronic Heart Failure / A. V. Deryugina, D. A. Danilova, V. V. Pichugin [et al.] // Life (Basel). – 2023. – Vol. 13, № 2. – P. 405–418.

САГИТТАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПОЗВОНОЧНИКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

Труш Д. С.[1], Кошеленко А. И.[2]

[1,2]Республиканский научно-практический центр спорта,
[1]Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Вертикальная осанка является жизненно важной составляющей физического здоровья человека. Под понятием «осанка» подразумевается стандартное, индивидуальное расположение соответствующих частей тела в пространстве и относительно друг друга в динамике или статике. Это расположение соответствует биомеханическим принципам функционирования человеческого организма [1]. Основными компонентами «правильной осанки» считаются правильные пропорции углов грудного кифоза и поясничного лордоза, их симметрия в сагиттальной и фронтальной плоскостях и некоторые искривления позвоночника, сформировавшиеся благодаря взаимодействию постуральных мышц человека [2]. Поза тела человека изменчива в процессе онтогенеза, окончательно же она определяется с учётом совокупности условных реакций и двигательных привычек, формирующихся на основе безусловных постуральных, позиционных, опорных, статокинетических и других рефлексов, что говорит о ней как о психомоторной привычке [3]. Начинает формироваться эта привычка со стереотипных двигательных структур, а первые проблемы, связанные с необходимостью противостоять гравитации, запускают компенсаторные постуральные паттерны [3]. Каждый вид спорта имеет свои особенности, и их различия проявляются во влиянии тренировок на адаптацию телосложения и осанки

спортсменов, поэтому наблюдение за осанкой спортсменов становится важным параметром в их спортивной подготовке. Стоит отметить, что высокие тренировочные нагрузки могут приводить к мышечной дистонии и патологическим искривлениям позвоночника. Однако, наш организм стремится к поддержанию состояния равновесия, и поэтому может запускать компенсаторные механизмы, такие как внешняя и внутренняя адаптации. Внутренней адаптацией считаются анатомически индивидуальные самоактивирующиеся изменения в опорно-двигательном аппарате (ОДА); внешний же компенсаторный механизм ответственен за адаптацию спортсмена к конкретным движениям при занятиях определённым видом спорта и опосредует два пути влияния: формирование новых адаптаций ОДА или усиление уже имеющихся адаптаций [2]. Одним из видов спорта, где хорошо заметны изменения и адаптации ОДА является художественная гимнастика, для которой характерны ранняя спортивная специализация и высокие тренировочные нагрузки [4]. Хорошо известно, что некоторые особенности роста и развития юных гимнасток повышают риск травм позвоночника, распространены жалобы на боли в пояснице среди гимнасток [4]. Причиной жалоб может быть большая нагрузка на позвоночник из-за сочетания чрезмерного разгибания и недостаточной силы мышц спины. Из-за одностороннего характера технических навыков и большого количества повторений упражнений формируется явная асимметрия, повышающая риск развития травм или патологий (спондилолиза, спондилолистеза и др.) [4]. Тем не менее, у профессиональных гимнасток наблюдается адаптация ОДА для формирования определённой «гимнастической осанки». Такие изменения являются проявлением аллостатических механизмов организма спортсменок при выполнении гимнастических упражнений.

Цель. Исследовать специфичность аллостатических механизмов организма на примере изменения формы изгибов позвоночника спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой на профессиональном уровне.

Методы исследования. Для оценки осанки использовалась оптоэлектронная система на основе видеорастростереографии Diers Formetric 4D. Система включала в себя световой проектор, проецирующий сетку из линий на спину исследуемого, и томограф, записывающий изображение, в результате программное обеспечение генерировало трёхмерную модель поверхности тела. Положение тела и осанка оценивались в статических условиях, в затемнённой комнате, в привычной позе стоя. Испытуемые располагались спиной к камере, взгляд направлен перед собой, руки опущены вдоль тела. Анализу подвергались определённые параметры: кифотический угол ICT-ITL – максимальный угол кифоза, измеренный между касательными к поверхности верхней точки перегиба ICT и грудопоясничной точки перегиба ITL; лордотический угол ITL-ILS – максимальный угол лордоза, измеренный между касательными к поверхности точки ITL и нижней точки перегиба пояснично-крестцового отдела позвоночника ILS [3]. Был выполнен базовый

описательный статистический анализ. Нормальность распределения переменных проверялась с помощью критерия Шапиро-Уилка (распределение значений не отличалось от нормального, $p>0,05$). Для сравнения среднего значения угла грудного кифоза и среднего значения поясничного лордоза с референсным значением применялся одновыборочный двусторонний t-критерий Стьюдента. Уровень статистической значимости принимался равным $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Исследование функционального состояния ОДА спортсменов проводилось на базе лаборатории спортивного травматизма РНПЦ спорта. В ходе исследования были проанализированы данные оптической топографии 48 спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой. Результаты статистического анализа данных представлены в таблице 1. В качестве референсного значения для углов грудного кифоза (K) и поясничного лордоза (L) были приняты значения: $42° \leq K \leq 55°$; $33° \leq L \leq 47°$ (согласно методике измерения *Diers Formetric 4D*). Исходя из результатов статистического анализа можно увидеть, что угол кифоза ниже нормального диапазона наблюдался у 43 испытуемых (89,6%), нормальные значения угла кифоза – 5 испытуемых (10,4%), значений выше нормы не наблюдалось; угол лордоза в нормальном диапазоне значений наблюдался у 22 испытуемых (45,8%), ниже нормального диапазона – у 26 испытуемых (54,2%), значений выше нормы не наблюдалось. Среднее значение угла грудного кифоза составило 31,35°, при сравнении с референсным значением выявлено статистически значимое снижение показателя ($p<0,05$). Среднее значение угла поясничного лордоза составило 30,52°, при сравнении с референсным значением выявлено статистически значимое снижение показателя ($p<0,05$).

Таблица 1 – Характеристика показателей угла кифоза и лордоза у гимнасток

	Кифотический угол	**Лордотический угол**
Количество испытуемых, n	48	48
Среднее значение ± стандартное отклонение, M ± SD, °	31,35±8,39	30,52±9,04
Min-Max, °	12-48	14-47
95% доверительный интервал, °	28,98-33,73	27,96-33,08

Выводы. Результаты исследования наглядно демонстрируют проявление аллостатических механизмов адаптации гимнасток к длительной тренировочной нагрузке. Снижение показателей угла кифоза и лордоза у большинства гимнасток свидетельствуют об устойчивой перестройке постурального стереотипа для преодоления хронического стресса нагрузки, при этом сохраняя необходимые для высоких результатов способности. При повторяющейся высокой нагрузке на ОДА, организм гимнасток активирует механизмы адаптации, приводящие к изменениям изгибов позвоночного столба, формируя характерный для этого вида спорта «выпрямленный» постуральный профиль. Однако, в последствии подобная аллостатическая

нагрузка может привести к хронической перегрузке мышц-стабилизаторов, риску поясничных болевых синдромов, снижению амортизационной функции позвоночника. Кроме того, зачастую, подобные изменения могут сопровождаться искривлением позвоночника во фронтальной плоскости (сколиоз) и другими патологиями ОДА. Поэтому необходим контроль состояния спортсменок в динамике, сбалансированность нагрузок, поддержание мышечного баланса, нормализация подвижности позвоночника, контроль за соотношением циклов восстановления и нагрузок, регулярное наблюдение у специалиста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Effect of Thoracic Kyphosis and Lumbar Lordosis on the Distribution of Ground Reaction Forces on the Feet / A. Żurawski, Z. Śliwiński, E. Suliga [et al.] // ORR. – 2022. – Vol. 14 – P. 187–197.

2. Twarowska-Grybalow, N. The Sizes of Spine Curvatures of Children That Practice Selected Sports / N. Twarowska-Grybalow, A. Truszczyńska-Baszak // IJERPH. – 2023. – Vol. 20, № 3. – Art. 1826.

3. Wilczyński, J. Own Typology of Body Posture Based on Research Using the Diers Formetric III 4D System / J. Wilczyński // JCM. – 2025. – Vol. 14, № 2. – Art. 501.

4. The Importance of Physical Fitness Parameters in Rhythmic Gymnastics: A Scoping Review / V. Gaspari, G. C. Bogdanis, I. Panidi [et al.] // Sports. – 2024. – Vol. 12, № 9. – Art. 248.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Фираго М. Э., Миклашевич О. С., Рабковская Е. М.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Кафедра нормальной физиологии всегда славилась своими традициями и фундаментальным подходом к обучению. Однако в XXI веке сохранение лидерских позиций невозможно без активной интеграции в мировое научное пространство [1]. Международное сотрудничество – это стратегический вектор развития. Оно позволяет студентам и преподавателям видеть физиологию не как застывший набор догм, а как живую, развивающуюся дисциплину.

Кафедра нормальной физиологии активно сотрудничает с медицинским факультетом «Российского университета дружбы народов» – реализован проект по дистанционному обучению студентов обеих вузов на WEB-странице нашего университета, совместно подготовлены учебно-методические пособия «Сборник тестовых вопросов по физиологии и ряду смежных дисциплин». Теплые, дружеские отношения связывают нас с Дагестанским государственным

медицинским университетом, участники студенческого научного кружка «Эврика» трижды принимали участие во Всероссийской олимпиаде по нормальной физиологии «Human matrix», а профессор Зинчук В. В. входил в состав жюри. Ереванский государственный медицинский университет избрал В. В. Зинчука почетным доктором. Проведен образовательный семинар Беларусь – Армения «Опыт преподавания медицинских дисциплин иностранным учащимся на английском языке».

В рамках проекта «Приглашенный профессор», для повышения результативности образовательного процесса и заинтересованности студентов, прочитан цикл лекций заведующим кафедрой нормальной физиологии Воронежского государственного медицинского университета им. Н. Н. Бурденко профессором Дороховым Е. В., заведующим кафедрой нормальной физиологии Смоленского государственного медицинского университета профессором Евсеевым А. В., профессором Ярославского государственного педагогического университета имени К. Д. Ушинского Тихомировой И. А., а также доцентом Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова Приезжевым А. В. и кандидатом физико-математических наук Луговцовым А. Е.

Под руководством Зинчука В. В. в Казанском государственном медицинском университете реализована инновационная образовательная программа «Молекулярные механизмы транспорта кислорода кровью в норме и патологии», которая выполнялась при поддержке гранта Правительства Татарстана.

Физиобум – игровой метод обучения, внедренный в образовательный процесс на кафедре нормальной физиологии. В рамках международного сотрудничества в 2026 году состоялась игра, в которой приняли участие команды из ГрГМУ и Смоленского государственного медицинского университета. Межвузовский формат не только усилил соревновательный аспект, но и позволил реализовать принцип диалога образовательных традиций и культур: участники вынуждены были переосмысливать собственные стратегии мышления в условиях межкультурной коммуникации, что является ключевым элементом формирования профессиональной зрелости будущего специалиста.

В рамках реализации программы академической мобильности и развития межвузовского сотрудничества в 2024 и 2026 гг. ассистенты кафедры осуществили научно-образовательный визит в Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет». Целью визита являлось установление и укрепление профессиональных связей, а также изучение передового опыта коллег в области нормальной физиологии. Программа визита включала ознакомление с материально-технической базой университета, обмен методическими наработками и обсуждение перспектив совместных научных исследований. Особое внимание уделялось приобретению новых компетенций

и интеграции научно-педагогических подходов для повышения качества образовательного процесса [2].

Кафедра нормальной физиологии активно развивает международное научно-образовательное сотрудничество, участвуя в конференциях, симпозиумах, работе международных научных советов и межвузовских встречах. Сотрудники кафедры представили результаты исследований в области нейрофизиологии, микроциркуляции, гемореологии, обменялись опытом с коллегами из России, Узбекистана, Армении и других стран, а также обсудили перспективы совместной научной и образовательной деятельности.

Особое значение для развития международных связей имеют совместные научные мероприятия с участием представителей ведущих университетов Российской Федерации: Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Нижегородский государственный университет имени Н. И. Лобачевского, Ярославский государственный педагогический университет имени К. Д. Ушинского, Институт физиологии имени И. П. Павлова РАН, Казанский государственный медицинский университет и Смоленский государственный медицинский университет. В рамках таких встреч обсуждались возможности проведения совместных исследований, подготовки публикаций и научных проектов, обмена студентами и преподавателями, а также организации новых конференций и симпозиумов.

Значимым событием стало участие заведующего кафедрой профессора В. В. Зинчука в работе Международного научного совета Казанского государственного медицинского университета, объединившего учёных из Канады, Италии, Франции, Финляндии, Венгрии, Японии, Великобритании, Аргентины, Казахстана и других стран. В центре внимания заседания находились вопросы трансформации медицинского образования в эпоху искусственного интеллекта и подготовки врача будущего, что подчёркивает важность международного обмена знаниями и внедрения передовых образовательных технологий.

Развитию межуниверситетского сотрудничества способствовал визит на кафедру нормальной физиологии заведующего кафедрой нормальной физиологии Смоленского государственного медицинского университета, профессора Евсеева А. В. и декана педиатрического факультета Сосина Д. В. В ходе встречи с руководством университета были рассмотрены перспективные совместные инициативы в области медицинского образования и науки, совершенствования образовательных программ, обмена студентами и преподавателями, а также реализации общих научных проектов. Гости ознакомились с образовательной, научной и материально-технической базой кафедры, современными методами преподавания физиологии и организацией практической подготовки студентов.

Международное сотрудничество кафедры охватывает также работу с молодыми исследователями. Представители студенческой научно-исследовательской лаборатории «Оксигениум» приняли участие в научных

форумах и представили результаты собственных исследований в области ишемии, кислородсвязывающих свойств крови и роли газотрансмиттеров. Их выступления вызвали интерес профессионального сообщества и стали важной частью подготовки будущих специалистов к научной и клинической деятельности.

Таким образом, международные контакты кафедры нормальной физиологии направлены на объединение научного и образовательного потенциала различных университетов и исследовательских центров. Такое сотрудничество способствует обмену передовыми знаниями и методиками, повышению качества подготовки студентов, развитию академической мобильности, реализации совместных исследований и формированию устойчивого профессионального сообщества в области физиологии, медицины и биомедицинских наук.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абазалиева, М. М. Международное сотрудничество: основные направления реализации / М. М. Абазалиева, А. К. Боташева // Современная наука и инновации. – 2022. – Т. 38, № 2. – С. 258–267.

2. Инновационные технологии преподавания физиологии / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, Е. С. Билецкая, Т. Л. Степуро // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2022. – Т.20, № 6. – С. 661–666.

ВЛИЯНИЕ ДОНОРА СЕРОВОДОРОДА НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ПРИ ОСТРОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА У КРЫС

Ходосовский М. Н., Филистович Т. И., Гуляй И. Э.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Сердечно-сосудистая патология является основной причиной смертности во всем мире. Ишемия миокарда возникает из-за дисбаланса между поступлением кислорода и потребностью в нем сердечной мышцы, что при определенной длительности вызывает некроз кардиомиоцитов, развитие воспаления, пролиферацию соединительной ткани, образование рубца, снижение сократимости сердца и сердечную недостаточность [1]. При площади некроза в миокарде более 40% развивается кардиогенный шок и смерть организма, хотя летальный исход возможен и при небольшом проценте некроза, например, при развитии обширных очагов гибернации в сердце [2].

В многочисленных исследованиях изучались механизмы, лежащие в основе ишемических повреждений миокарда, в которых установлена патофизиологическая роль внутриклеточной перегрузки кальцием, нарушения энергетического обмена, апоптоза, аутофагии, пироптоза, ферроптоза и некроптоза [1, 2]. Более того, эти механизмы взаимосвязаны и могут прямо или косвенно приводить к усилению гибели клеток. Патогенез ишемического повреждения миокарда прямо или косвенно связаны с окислительным стрессом, который обладает цитотоксическим действием на мембранный аппарат клеток. Во время ишемии, и особенно реперфузии, уровни активных форм кислорода (АФК) повышаются вследствие множественных механизмов, таких как повышенное образование ксантиноксидазы, респираторный взрыв нейтрофилов и повреждение митохондриальной электрон-транспортной цепи [2, 3]. Избыток АФК снижает текучесть мембран, увеличивает проницаемость кальция, усугубляет перегрузку внутриклеточным кальцием и повреждение митохондрий, что способствует высвобождению проапоптотических факторов, таких как цитохром С [3]. Кроме того, окислительные реакции между АФК и белками вызывают потерю исходной структуры и функции белка, а также могут вызвать повреждение нуклеиновых кислот и хромосом.

Таким образом, патофизиологические пути ишемического повреждения миокарда прямо или косвенно связаны с окислительным стрессом, который обладает прямым и косвенным цитотоксическим действием на миокард, что требует поиска эффективных методов его коррекции.

Цель. Оценить влияние донора сероводорода на показатели антиоксидантной системы у крыс при острой ишемии миокарда.

Методы исследования. Эксперименты выполнены на 30 белых крысах-самцах массой 280-300 г, выдержанных не менее 2 недель в стандартных условиях вивария. Крыс разделили на 3 группы: 1-я (n=10) – контрольная, у животных 2-й группы (n=10) моделировали острую ишемию миокарда (ОИМ) модифицированным изадрин-питуитриновым методом [4], в котором вместо питуитрина использовали вазопрессин в дозе 1,6 мкг/кг; в 3-й группе (n=10) через 15 мин после последнего введения изадрина вводили донор сероводорода – гидросульфид натрия (NaHS) в дозе 28,0 мкмоль/кг. Введение NaHS повторяли на 3, 6 и 9 сутки. Через 9 суток осуществляли забор биологического материала для оценки параиетров антиоксидантной системы (α-токоферол, ретинол, восстановленный глутатион (GSH), активность каталазы). Для оценки концентраций α-токоферола и ретинола в биологическом материале использовали флуориметрический метод, основанный на способности α-токоферола и ретинола флуоресцировать в растворах гексана. В качестве стандарта использовали ацетат α-токоферола и ацетат ретинола фирмы "Sigma" (USA). Содержание GSH в эритроцитах и сердце определяли спектрофотометрическим методом по результату реакции с 5,5’-дитиобис (2-нитробензойной кислотой). Активность каталазы в биологическом материале определяли спектрофотометрическим методом, основанном на способности

перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием t-критерия Стьюдента или U-теста, в зависимости от нормальности распределения выборок. Достоверными считали различия при $p<0,05$.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что концентрация α-токоферола в плазме крови у животных 3-й группы понижалась на 17,0% ($p<0,01$) по отношению к животным 2-й группы. Одновременно у крыс, получавших NaHS, в сердце содержание α-токоферола не изменялось ни по отношению к контролю, ни по отношению ко 2-й группе. Введение донора сероводорода крысам с ОИМ не приводило к изменению концентрации ретинола в плазме крови (она оставалась ниже, чем в контроле), тогда как содержание ретинола в тканях сердца оставалось в пределах контрольных значений. Содержание GSH в эритроцитах крыс с ОИМ, получавших NaHS, нормализовалось по отношению к контролю. Показано, что введение донора сероводорода после ОИМ приводит к повышению активности каталазы в эритроцитах крови на 22,6% ($p<0,05$) и её снижению в тканях сердца на 35,5% ($p<0,01$) по отношению к опытным животным без NaHS (2-я группа). Данные изменения содержания факторов антиоксидантной системы при введении NaHS крысам с ОИМ указывают на активность свободнорадикальных процессов у крыс преимущественно в крови, тогда как нормализация активности каталазы в сердечной мышце свидетельствует о повышении антиокислительного потенциала в миокарде. Возможно, введение донора сероводорода экспериментальным животным способствовало снижению генерации АФК, таких как перекись водорода, что привело к нормализации активности каталазы в сердце.

Выводы. Таким образом, выявленные изменения показателей антиоксидантной системы при введении донора сероводорода свидетельствуют о повышении компенсаторных возможностей данной системы, что может способствовать улучшению прооксидантно-антиоксидантного состояния миокарда после острой ишемии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Myocardial ischemia/reperfusion injury: Mechanisms of injury and implications for management (Review) / J. He, D. Liu, L. Zhao [et al.] // Exp. Ther. Med. – 2022. – Vol. 23. – Art. 430.

2. Heusch, G. Myocardial stunning and hibernation revisited / G. Heusch // Nat. Rev. Cardiol. – 2021. – Vol. 18. – P. 522–536.

3. Cadenas, S. ROS and redox signaling in myocardial ischemia-reperfusion injury and cardioprotection / S. Cadenas // Free Radic. Biol. Med. – 2018. – Vol. 117. – P. 76–89.

4. Моделирование поражений миокарда различной степени выраженности / К. М. Резников, А. Н. Леонов, Р. И. Китаева [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1985. – Т. XCIC, № 5. – С.532–534.

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РИТМА СЕРДЦА ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА У ЛЮДЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

Хомич Г. Е.[1], Игнатюк А. И.[2], Саваневская Е. Н.[3]

[1,2]Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина
Брест, Беларусь
[3]Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Различные изменения положения тела человека сопровождаются изменениями постуральных реакций кардиодинамики и гемодинамики у студентов физического воспитания, школьников и людей, занимающихся спортом. На основе происходящих изменений в работе сердечно-сосудистой системы при нахождении в разных положениях тела, исследуемые нами студенты были разделены на 2 группы. В первой группе регистрировался нормальный фоновый тонус магистральных сосудов ног, а во второй группе студентов физического воспитания и низкий, и высокий.

Ответ системы кровообращения на изменения положения тела в пространстве не всегда сопровождается адаптационными механизмами сопутствующими изменению положения тела в пространстве. Академик Г. А. Софронова предложила метод постуральной коррекции гемодинамики, который используется в медицине для инверсионной терапии. Суть данного метода состоит в комплексе высокоамплитудных покачиваний по заданной пациенту системе. Пациента укладывают для выполнения данного алгоритма на специально предназначенный поворотный стол. Данные манипуляции были названы учеными постуральными воздействиями. Целью предполагаемых возможностей используемого в инверсионной терапии метода являлось изменение биомеханических реакций, а ответы системы кровообращения являлись возможными противопоказаниями по мнению академика Г. А. Софроновой [1, с. 38].

Цель. Исследовать изменения компенсаторных механизмов, происходящих в сердце и сосудах после неоднократных постуральных воздействий.

Методы исследования. Экспериментальная часть осуществлялась с импедансометрическим методом на студентах факультета физического воспитания, в возрасте 17-20 лет, принадлежащих к основной группе здоровья, не имеющих жалоб на состояние здоровья. Каждый удар пульса сопровождается измерением амплитуды реоволны голени (АРГ), амплитуды реоволны большого пальца ноги (АГП), частоты сердечных сокращений, по данным которой с каждым пульсом рассчитывались кардиоинтервалы.

Первый этап исследования заключался в следующем: сначала производилась оценка кардиодинамических и гемодинамических изменений во время пятиминутной ортостатической и полутораминутной антиортостатической пробах до инверсионного воздействия. После выполненных проб предлагалось инверсионное воздействие. Данное воздействие включало попеременный перевод испытуемого из антиортостатического положения в ортостатическое десять раз с десятисекундной задержкой в каждом положении. После инверсионного воздействия регистрировались кардиодинамические и гемодинамические ответы экспериментируемых студентов во время выполнения таких же постуральных проб.

Ответы сердечного ритма осуществлялись с наличием изменений продолжительности кардиоинтервалов. Показатели кардиоинтервалов, зарегистрированные в каждой функциональной пробе, выполненной до десятикратного изменения положения тела студента и после такого же изменения, спектрально оценивались. В результате были построены спектры сердечных интервалов при ортостатической пробе и антиортостатической до инверсионного воздействия и после него.

По каждому спектру определялись следующие показатели: относительная плотность спектра мощности трёх спектральных компонент, а именно – низкочастотной (LF), сверхнизкочастотной (VLF) и высокочастотной (HF). Далее мы вычитали значения каждой из спектральных компонент до инверсионного воздействия и после него. Полученные показатели подвергались кластерному анализу по методу невзвешенного попарного среднего. Проверяли устойчивость кластеров расчётным способом несмешенных бутстреп-вероятностей.

Результаты и их обсуждение. Полученные расчётным путём данные показали, что при значимости 0,05 имеет место быть два кластера. Они соответствуют двум группам обследованных студентов. Спектральный состав ритма сердца в вышеуказанных группах после десятикратной нагрузки поменялся по-разному.

Десятикратное изменение положения тела в первой исследуемой группе привело к адаптивным реакциям при ортостазе. Произошла активация гуморальных и метаболических влияний на ритм сердца. Ответ ритма сердца на инверсионную нагрузку вовремя антиортостатического положения тела заключался в активации вагусных влияний. Этот факт доказывается ростом доли высокочастотных колебаний в общей мощности спектра.

Инверсионное воздействие во второй исследуемой группе сопровождалось активацией симпатической регуляции во время перевода студентов в ортостатическое положение по сравнению с такой же пробой, но до воздействия.

Этот факт доказывает возрастающее количество медленноволновых колебаний в структуре спектра. В антиортостатическом положении инверсионная нагрузка привела к: увеличению симпатической регуляции, а

также к эндокринным влияниям, регулирующим ритм сердца. Этот факт подтверждается увеличением роста медленноволновых и сверхмедленноволновых колебаний.

Одновременно с кластерным анализом сердечного ритма мы проанализировали гемодинамические показатели, среди которых среднее значение амплитуды реоволны большого пальца ноги, среднее значение амплитуды реоволны голени, а также спектральные компоненты АРП и АРГ. Разделение на группы, которые, являлись аналогичными тем, что образовались при анализе кардиоритма, были выделены только по спектральным компонентам амплитуды реоволны голени.

Так как физиологические аспекты спектральных компонент АРГ еще не выяснены, то сложно понять, что является основой регуляторных механизмов тонуса сосудов и что лежит в основе различия между группами. В связи с тем, что амплитуда реоволны голени определяет тонус магистральных сосудов, был определен фоновый тонус макрососудов каждого студента. В результате выявленного фонового тонуса макрососудов получилось, что первую группу составили студенты с нормальным фоновым сосудистым тонусом, вторую группу – студенты, имеющие разную степень вазодилатации и вазоконстрикции.

Выводы.

1. Многократно повторяющиеся постуральные воздействия влияют на компенсаторные механизмы деятельности сердечно-сосудистой системы.

2. Изменение адаптационных постуральных реакций ритма сердца после инверсионного воздействия приводит к делению исследуемых студентов на две группы. В первой группе после неоднократной нагрузки в ортостазе активируются влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы на сердечный ритм, а в антиортостазе – активизируется влияние парасимпатического отдела. Во второй группе студентов регуляция ритма сердца и в ортостазе, и в антиортостазе после десятикратной нагрузки изменилась в сторону активизации влияний симпатического отдела вегетативной нервной системы.

3. Одинаковые по составу группы испытуемых были выделены в результате анализа изменений спектрального состава АРГ после нагрузок. Выявленный фоновый сосудистый тонус исследуемых студентов показал, что в первую группу испытуемых вошли студенты с тонусом сосудов, соответствующим норме. Во второй группе испытуемых студентов оказались испытуемые с высоким и низким тонусом сосудов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние постуральной коррекции гемодинамики на параметры сердечного ритма / Г. А. Софронов, Н. Б. Суворов, П. И. Толкачев, Т. В. Сергеев // Медицинский академический журнал. – 2014. – Т. 14, № 3. – С. 38–51.

2. Оценка переходных процессов гемодинамики спортсменов при ортопробе на основании анализа спектральных характеристик / А. А. Плетнев, Е. В. Быков, Н. Г. Зинурова, А. В. Чипышев // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 320.

МЕХАНИЗМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОЗОНА

Чеснулевич М. А., Волошко П. Э., Володина А. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

В современной медицине всё большее значение приобретают немедикаментозные подходы к терапии и профилактике. Среди них особо выделяется применение медицинских газов (озона, монооксида азота, молекулярного водорода и др.), которые рассматриваются как высокоэффективный и безопасный метод как в клинической практике, так и при реабилитации.

Озон (O_3) оказывает множество положительных эффектов на органы и системы организма, обусловленных противовирусным, иммуномодулирующим, противовоспалительным действием, а также стимуляцией метаболизма и улучшением оксигенации тканей. Физиологические эффекты данного газа обусловлены его взаимодействием с жидкими средами организма, приводящими к образованию активных форм кислорода и продуктов озонирования липидов, которые выступают в роли вторичных мессенджеров, влияющих на различные клеточные сигнальные пути [1].

O_3 нормализует регионарный кровоток и улучшает доставку кислорода в ишемизированные ткани. Применение большой озонированной аутогемотерапии у пациентов с COVID-19 приводит к повышению среднего кислородного индекса (PaO_2/FiO_2), тогда как в контрольной группе аналогичной динамики не наблюдается [2, с. 39]. Данный фактор оказывает влияние на метаболизм эритроцитов. Дерюгиной А. В. и др. установлено, что при инкубации крови с озонированным физиологическим раствором с концентрацией данного фактора в нем 1-3 мг/л происходит рост содержания аденозинтрифосфата (АТФ) и 2,3-дифосфоглицерата (2,3-ДФГ), тогда как высокие концентрации O_3 (5-11 мг/л) не имеют подобного эффекта. Улучшение оксигенации тканей, вызванное озоном, происходит за счет увеличения концентрации оксигемоглобина и стимуляции гликолиза. Это приводит к возрастанию образования энергии в форме АТФ, которая позволит эритроцитам улучшать доставку кислорода в ткани, находящихся в более гипоксических условиях.

В механизмах действия озона рассматривается участие газотрансмиттеров (монооксида азота (NO) и сероводорода (H_2S)), что указывает на возможность реализации эффектов данного газа посредством изменения их синтеза. Озон может оказывать влияние на продукцию газотрансмиттера монооксида азота различными путями: через действие непосредственно на NO-синтазу. В опытах на крысах при сахарном диабете при интраперитонеальном введении озона в концентрации 60 мкл/мл наблюдается

увеличение экспрессии эндотелиальной изоформы NO-синтазы (от 1,47±2,06 до 19,28±3,40 нг/мл) и отсутствие активации индуцибельной и нейрональной изоформ [3].

Различные эффекты озона на организм в зависимости от дозы отражают феномен гормезиса: данный фактор обладает высокой эффективностью при более низких концентрациях, но при более высоких дозах может быть неэффективен или даже токсичен [4, с. 4]. Низкие концентрации озона не обладают токсическим действием, поскольку свободные радикалы нейтрализуются антиоксидантной системой защиты организма, в то время как высокие концентрации вызывают токсическое воздействие, приводя к развитию окислительного стресса. Согласно исследованиям С. П. Перетягина и др. [5, с. 21] при введение озонированного физиологического раствора с концентрацией озона 3000 мкг/л пациентам с термической травмой (площадь ожогов более 30% площади тела) наблюдается умеренная активация процессов перекисного окисления липидов с выраженным ответом антиоксидантной системы защиты, в то время как концентрация 5000 мкг/л вызывает выраженное усиление перекисных процессов на фоне меньшей ответной реакции общей антиоксидантной активности плазмы крови.

Умеренный окислительный стресс, вызванный O_3, активирует транскрипцию элементов антиоксидантной системы, повышая уровень антиоксидантных ферментов. В исследованиях Gonzales et al. выявлено увеличение активности ферментов антиоксидантной системы, таких как суперокисддисмутаза, каталаза и глутатионпероксидаза, в почках крыс после пятидневного введения им озона с концентрацией 10 мкг/мл, 30 мкг/мл и 50 мкг/мл в виде ректальных инсуфляций, причем выраженность изменений усиливается с ростом концентрации этого фактора. Введенный в организм озон быстро реагирует с водой и жирными кислотами в жидкостях и тканях человека, что приводит к образованию перекиси водорода (H_2O_2) и продуктов перекисного окисления липидов. Вероятно, активация данных ферментов после введения озона в организм может быть связана с увеличением экспрессии фактора 2, связанного с ядерным эритроидным фактором 2, и блокированием экспрессии ядерного фактора каппа В, которая усиливается перекисью водорода [6, с. 6].

В наших исследованиях получены результаты об изменении кислородсвязывающих свойств крови, а именно сродства гемоглобина к кислороду при окислительном стрессе разной природы, а также данные о влиянии системы газотрансмиттеров на тяжесть развивающихся при этом нарушений, которые расширяют и углубляют существующие представления о роли данных факторов в патогенезе окислительного повреждения организма при нарушениях кислородного обеспечения организма. В опытах *in vivo*, было выявлено, что системное введение озона в концентрации 10 мкг/кг приводит к увеличению pO_2, SO_2, $p50_{реал}$, 2,3-ДФГ, АТФ и газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводорода). Однако введение данного газа в более низких (1 мкг/кг) и высоких

(100 мкг/кг) концентрациях такого эффекта не оказывает. Выявленный эффект озона (в дозе 10 мкг/кг) на кислородтранспортную функцию крови крыс, проявляющийся в уменьшении сродства гемоглобина к кислороду, реализуется через увеличение газотрансмиттеров (монооксид азота и сероводорода), способствующих росту таких модуляторов, как 2,3-ДФГ и АТФ.

Таким образом, анализ литературных данных и результаты наших исследований предполагают, что физиологическое действие O_3 осуществляется через влияние на метаболические процессы организма, что способствует улучшению кислородтранспортной функции крови, умеренную активацию окислительных реакций перекисного окисления липидов с одновременным преобладанием антиоксидантной активности, активацию ферментных систем и восстановление энергетического потенциала клеток.

ЛИТЕРАТУРА

1. Medical ozone: mechanisms, biological effects and clinical evidence a narrative review / D. Lietz-Kijak, K. Skibicka, P. Skomro [et al.] // Frontiers in Medicine. – 2026. – Vol. 13. – Art. 1859221.

2. The impact of ozone therapy on the progression of COVID-19 patients / N. Cernei, S. Sandru, S. Cobiletchi [et al.] // Moldovan Journal of Health Sciences. – 2024. – Vol. 11, № 3. – P. 34–41.

3. Effects of ozone treatment on penile erection capacity and nitric oxide synthase levels in diabetic rats / A. Colakerol, M. Z. Temiz, H. H. Tavukcu [et al.] // International Journal of Impotence Research. – 2021. – Vol. 33, № 5. – P. 1–8.

4. Современный взгляд на применение озона в терапевтической стоматологии / И. В. Старикова, Е. М. Чаплиева, Н. В. Питерская [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2024. – Т. 21, № 4. – С. 3–8.

5. Озонотерапия как дополнительный метод в комплексном лечении ожоговой болезни / С. П. Перетягин, А. А. Стручков, О. В. Костина [и др.] // Биорадикалы и антиоксиданты. – 2022. – Т. 9, № 1-2. – С. 18–34.

6. Ozone in pain medicine – modern-day asclepius / C. Mayank, S. K. Saluja, A. Verma [et al.] // Indian Journal of Pain. – 2025. – Vol. 39, № 1. – P. 4–10.

ДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТА ЧЕРНОГО ЧАЯ И L-АРГИНИНА НА АКТИВНОСТЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ КИШЕЧНИКА ЛАБОРАТОРНОЙ КРЫСЫ

Чжан Исинь, Каравай Т. В., Чумак А. Г.

Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Введение. Становление и развитие Белорусской физиологической школы самым тесным образом связано с кафедрой нормальной физиологии Гродненского медицинского университета. Ее прежний руководитель Игорь

Константинович Жмакин внес огромный вклад в отечественную физиологию, организацию преподавания науки в высшей школе, и прежде всего в физиологию сердца и кровообращения. Сегодня невозможно представить регуляцию сосудистой системы без механизма вазодилатации, всесторонне охарактеризованного, в том числе на многочисленных научных конференциях по проблемам дисфункции эндотелия и смежным вопросам в Гродно [1]. Основной сигнальной молекулой, на активности которой построен механизм расслабления гладких мышц, выступает монооксид азота. Сегодня многочисленные фундаментальные закономерности, выявленные за последние десятилетия интенсивного изучения роли этого газообразного медиатора, начинают использоваться в повседневной жизнедеятельности [2].

Речь может идти о применении пищевого L-аргинина для коррекции процессов в тонкой кишке – моторики, всасывания или ее кровоснабжения. L-аргинин в свободном состоянии встречается в ограниченном перечне продуктов питания. В этом смысле внимание привлекает чай, как напиток, в составе которого эта аминокислота наряду с L-теанином доминирует среди других. Учитывая то обстоятельство, что жидкости после поступления в желудок немедленно транспортируются в двенадцатиперстную кишку, свободный L-аргинин оказывается доступным для всасывания и действия во внутриворсиночном пространстве и венозной системе. Однако публикаций о том, как применение чая, обогащенного L-аргинином, сказывается на состоянии гладких мышц кишки и ее сосудов, не обнаруживается.

Цель. Выявить кратковременные изменения электрической активности двенадцатиперстной кишки и вазодилатации ее сосудов после употребления черного чая и L-аргинина.

Методы исследования. Для эксперимента было отобрано 20 крыс весом 250-300 граммов разведения вивария биологического факультета БГУ. Все эксперименты проведены с учетом требований закона Республики Беларусь «Об ответственном обращении с животными».

Крысы содержались в соответствии с действующими стандартами. Чай (производства КНР) заваривали из 3 г сухих листьев в 300 мл горячей воды.

После анестезии крыс уретаном (1 г/кг) проводили запись потенциалов кишки, применяя полиграфический канал аппаратно-программного комплекса «Нейрон-Спектр-4П» («Нейрософт» Россия). Использовали настройки, предназначенные для электромиограммы (полосовой фильтр 0,5-100 Гц).

Сбор данных был разделен на три этапа: первый – контрольная запись, где регистрировалась электроэнтерограмма фона прижимным хлорсеребряным электродом; второй – регистрация электроэнтерограммы в течение 20 минут после введения 0,5 мл экстракта чая или питьевой воды в просвет кишки; третий – после введения 0,5 мл экстракта чая, содержащего растворенный L-аргинин (2,5-5 мг, или 28,7 мкмоль производство Амброзия Супхерб, Израиль, разрешенная в Беларуси БАД для спортивного питания, доза заимствована из [2]).

Растворы имели температуру тканей кишки. Одновременно с этим, с помощью цифрового микроскопа Discovery Artisan 64 (КНР) были сфотографированы и записаны изображения вен двенадцатиперстной кишки в месте их выхода на поверхность серозной оболочки. Полученные изображения анализировались с помощью программного обеспечения Imagine J, и вычислялось значение степени расширения вен (т. е. диаметр расширенного сосуда, деленный на его исходную ширину). Данные анализировались с помощью программного обеспечения R Studio и GraphPad Prism. Все данные представлены как среднее значение ± стандартная ошибка. Они анализировались с помощью t-критерия, а увеличение просвета сосудов с помощью дисперсионного анализа (ANOVA).

Результаты и их обсуждение. В опытах установлено, что введение в просвет кишки раствора L-аргинина (2,5 или 5 мг в 0,5 мл экстракта черного чая) сопровождалось достоверным снижением амплитуды волн основного электрического ритма примерно в 2,5 раза и угнетением потенциалов сокращений, уменьшением общей площади электрической активности. Эффект сохранялся до 20 минут регистрации (рис. 1).

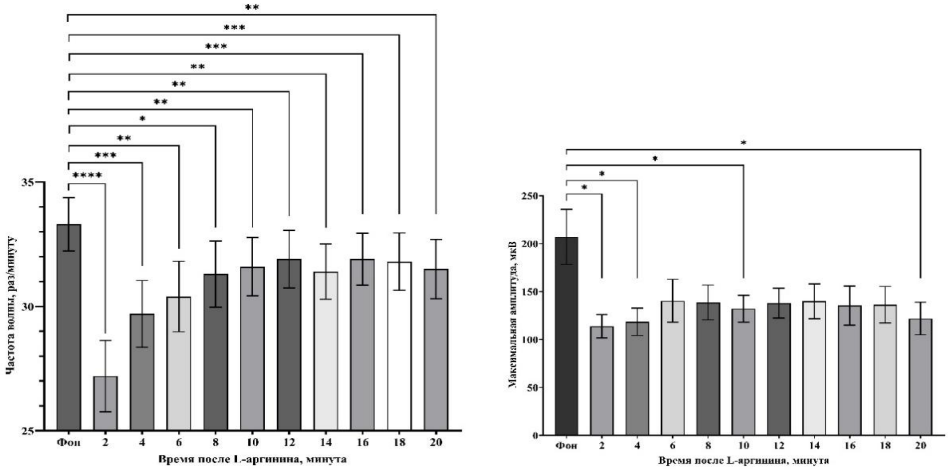


Рисунок 1 – Показатели электроэнтерограммы после введения в просвет кишки 2,5 мг L-аргинина, растворенного в 0,5 мл экстракта чая

Примечание: знак * над изображением указывает на значительную разницу между двумя наборами данных, $p<0,05$; **: $p<0,01$; ***: $p<0,001$; ****: $p<0,0001$. Слева – изменения частоты потенциалов с течением времени; Справа – изменения максимальной амплитуды с течением времени

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).

Анализ ширины венул, формирующих брыжеечную вену, в процессе действия экстракта чая, в том числе обогащенного L-аргинином, показал

достоверную вазодилатацию (рис. 2). Введенная в просвет кишки вытяжка чая в течение 20 минут приводила к большему расширению сосудов, чем вода, но наибольший эффект вызывал экстракт чая, обогащенный L-аргинином.

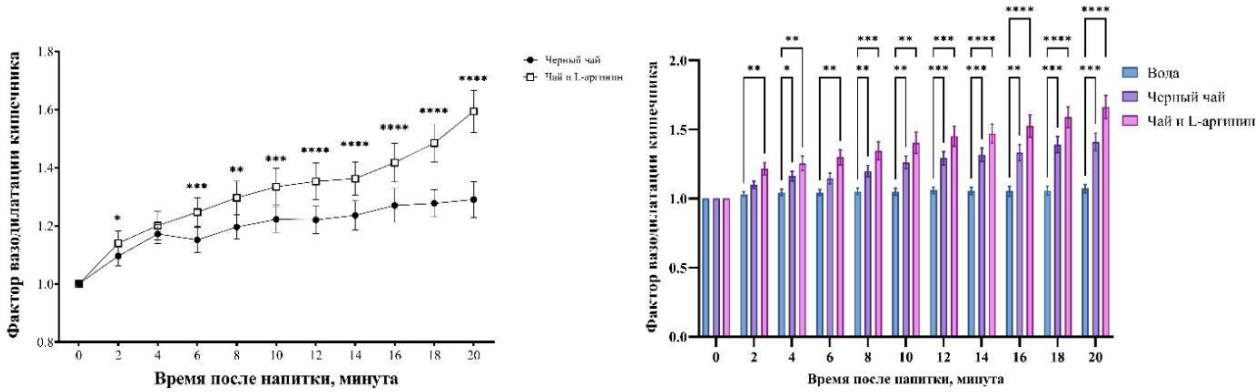


Рисунок 2. Показатели вазодилатации в кишке после введения в ее просвет воды, экстракта чёрного чая, и чая с L-аргинином. Данные представлены как среднее значение ± стандартная ошибка (n=30).

Примечание: знак * над изображением указывает на значительную разницу между двумя наборами данных, $p<0,05$; ** обозначает $p<0,01$; *** обозначает $p<0,001$; **** обозначает $p<0,0001$). Слева – изменения степени вазодилатации кишечника с течением времени после чёрного чая и L-аргинина. Справа – изменения степени вазодилатации вен кишечника с течением времени после воды, чёрного чая и чая с L-аргинином

Таким образом, введение в просвет двенадцатиперстной кишки экстракта чая и чая с L-аргинином приводило к достоверному ослаблению моторики кишки и расширению кишечных вен.

Выводы. В экспериментах установлено вазодилататорное и тормозящее моторику кишки действие введенного в ее просвет экстракта черного чая и растворенного в нем L-аргинина в небольших дозах. Данные указывают не только на ингибирующее влияние на гладкие мышцы кишки образующегося в ее тканях монооксида азота, что соответствует представлениям литературы [2, 3]. Выявлено тормозящее влияние на моторику экстракта чая, связанное с имеющимся там L-аргинином. Обнаружено усиление всасывания жидкости после внутрипросветного введения чая и «чайного» раствора L-аргинина, поскольку зафиксировано достоверное расширение вен, несущих кровь в портальную систему печени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинчук, В. В. К 95-летию со дня рождения Игоря Константиновича Жмакина / В. В. Зинчук // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 352-355.

2. L-arginine metabolism as pivotal interface of mutual host-microbe interactions in the gut / B. Nüse, T. Holland, M. Rauh [et al.] // Gut Microbes. – 2023. – Vol. 15, № 1. – Art. 2222961.

3. Wapnir, R. A. L-arginine in low concentration improves rat intestinal water and sodium absorption from oral rehydration solutions / R. A. Wapnir, M. A. Wingertzahn, S. Teichberg // Gut. – 1997. – Vol. 40, № 5. – P. 602-607.

ИНФОРМИРОВАННОСТЬ О РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

Якубчик А. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Все живые существа на протяжении всей жизни испытывают процесс старения и подвергаются воздействию ионизирующего излучения (ИИ). Некоторые внешние факторы, включая контакт с ИИ, могут ускорить этот естественный процесс. Исследования, проведенные как на людях, так и на животных, продемонстрировали, что воздействие ИИ способно по-разному влиять на старение различных органов, что в результате может привести либо к увеличению, либо к уменьшению продолжительности жизни, в зависимости от полученной дозы радиации или ее мощности [1]. ИИ может спровоцировать разрывы двойной спирали ДНК, что порождает генетическую нестабильность, повреждение ДНК и окислительный стресс. Это, в свою очередь, вызывает преждевременное старение эндотелиальных клеток мозга и их последующую гибель [2]. Процесс старения неизбежно ведет к постепенному снижению когнитивных функций: ухудшается способность к обучению и запоминанию, снижается концентрация внимания, замедляется принятие решений, нарушается сенсорная и моторная координация [3]. Радиационное старение мозга представляет собой морфологические и функциональные изменения в нейронах, глиальных клетках и сосудистой системе центральной нервной системы (ЦНС), вызванные воздействием ионизирующего излучения. Эти изменения проявляются через такие механизмы, как окислительный стресс, нарушения функции митохондрий, повреждение ДНК, укорочение теломер, воспаление и изменения в аутофагии. Долгосрочные наблюдения за последствиями аварии на Чернобыльской АЭС показали увеличение случаев заболеваний, связанных с нарушениями ЦНС, у людей, подвергшихся облучению, во всех зонах загрязнения. В частности, у многих пострадавших были выявлены изменения в ЦНС, которые привели к развитию радиационно-индуцированной нейрокогнитивной дисфункции. Более того, у ликвидаторов последствий аварии на Чернобыльской АЭС наблюдались признаки воспалительных процессов, которые могли быть связаны с ускоренным старением. Из 306 рабочих, пострадавших от аварии, значительный процент

мужчин (81%) и женщин (77%) демонстрировал признаки преждевременного старения. При этом, лица младше 45 лет оказались более уязвимы к радиационно-индуцированному ускоренному старению [2, 4].

Цель. Изучение осведомленности населения о последствиях влияния радиационного фактора на ЦНС человека.

Методы исследования. Проводилось валеолого-диагностическое исследование 44 респондентов в возрасте от 17 до 53 лет (из них 72,7% женщин и 27,3% мужчин). Критерии включения: наличие информированного согласия.

Результаты и их обсуждение. Согласно проведенному исследованию, лишь 4,5% опрошенных отметили у себя заболевания ЦНС. Большинство респондентов (66%) оценили состояние своего здоровья как приемлемое. Среди главных факторов, влияющих на самочувствие, стресс отметили 90% участников, нерациональное питание – 61%, а недостаток физической активности – 45,5%. Влияние радиации ощутили 15,9% опрошенных, большинство из которых (84,1%) считают пребывание в загрязненных зонах основной причиной лучевого поражения. Почти все респонденты (95,5%) полагают, что симптомы лучевого воздействия зависят от полученной дозы. Интересно, что лишь 29,5% осознают, что доза выше 50 Гр может негативно отразиться на работе мозга. Около 56,8% участников назвали общую слабость, утомляемость, апатию, головную боль, бессонницу и тошноту первичными реакциями на радиацию.

Рентгеновские исследования, связанные с радиацией, считают наиболее распространенным методом 68,2% опрошенных. 95,5% проходят их ежегодно, но лишь 13,6% интересуются полученной дозой. 65,9% осведомлены о возможном негативном влиянии рентгеновского излучения на ЦНС. Чаще всего (70,5%) респонденты отмечают нервную систему как подверженную радиации, далее идут эндокринная (65,9%) и сердечно-сосудистая (52,3%). Примерно 38,6% считают нервную систему радиорезистентной. 65,9% допускают, что частые радиационные процедуры могут вызвать нервно-психические расстройства и злокачественные опухоли, 56,8% – снижение когнитивных функций, 43,2% – болезнь Альцгеймера, 25% – инсульт, 22,7% – болезнь Паркинсона.

Лишь 43% участников осведомлены о понятии «радиационно-индуцированное старение мозга». При этом 50% назвали астению и другие неврологические проявления как симптомы. Среди осложнений лучевой терапии ЦНС 61,4% выделяют дисфункцию эндокринных желез и гипоталамуса, 54,5% – развитие опухолей мозга, 50% – лучевой некроз. Около 31,8% считают, что осложнения проявляются через 1-2 месяца после терапии, 29,5% – через 2 недели. Мутагенез, канцерогенез и эмбриотоксический эффект как возможные последствия радиационного воздействия назвали 84,1%, 68,2% и 65,9% респондентов соответственно. Основным источником информации для 90% участников является интернет, для 79% – медицинская литература, при этом достоверными свои источники считают 61% опрошенных.

Выводы. Согласно результатам исследования, можно сделать вывод о том, что респонденты недостаточно осведомлены о проблеме последствий влияния радиационного фактора на ЦНС человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартин, Л. Г. Политика старения населения в Восточной Азии и США / Л. Г. Мартин // Наука. – 1991. – Т. 251, № 4993. – С. 527-531.

2. Маклин, А. Д. Биология старения и гериатрическая клиническая фармакология / А. Д. Маклин // Фармакологические обзоры. – 2004. – Т. 56, № 2. – С. 163-184.

3. Ageing, cellular senescence and neurodegenerative disease / M. Kritsilis, S. V. Rizou, P. N. Koutsoudaki [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2018. – Vol. 19, № 10. – P. 2937.

4. Цыганкова, С. Д. Оценка радиационного фона Республики Беларусь / С. Д. Цыганкова, С. А. Широков // Материалы 73-й студенческой научно-практической конференции / Белорусский национальный технический университет, Факультет информационных технологий и робототехники. – Минск, 2017. – С. 110-115.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ АМНИОТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ МЕТОДАМИ «ONLAY», «INLAY» И «SANDWICH» ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ РОГОВИЦЫ

Янковская Е. А., Аплевич В. А.

Гродненский государственный медицинский университет
Гродно, Беларусь

Введение. Травмы и заболевания роговицы входят в число наиболее частых причин потери зрения и инвалидности. Согласно данным учёта обращаемости, доля пациентов с патологией роговицы среди посетителей офтальмологических кабинетов достигает около 25%. С целью адекватного хирургического лечения среди прочих методов высокую результативность демонстрирует метод использования амниотической мембраны (АМ) [1, с. 116].

Цель. Сравнительный анализ эффективности трансплантации АМ методами «onlay», «inlay» и «sandwich» при травмах и заболеваниях роговицы.

Методы исследования. Аналитический обзор научной литературы.

Результаты и их обсуждение. АМ – это пятислойная оболочка толщиной до 500 мкм. Структурное сходство с базальной мембраной роговицы (коллагены I, III-VII типов, ламинин, фибронектин), а также иммунологическая инертность (отсутствие на её клетках HLA-A, B, C и DR-антигенов) позволяют использовать АМ в качестве пластического материала в офтальмохирургии. Кроме того, АМ обладает противовоспалительными, противомикробными,

антифибротическими антиангиогенными свойствами. Клинически доказана эффективность использования АМ при первичном птеригиуме и острых химических ожогах роговицы [2, с. 3].

Юридические основы трансплантации в РБ закреплены в Законе «О трансплантации органов и тканей человека». Ключевым принципом является заверенное нотариально письменное согласие роженицы на изъятие биологического материала.

Эксплантированная ткань с течением времени подвергается деструкции и теряет свои свойства. С целью сохранения свойств АМ предложено множество способов консервации. В клинической практике используются различные формы трансплантатов АМ: нативная, консервированная (в условиях холодового хранения), криоконсервированная и лиофилизированная и проч. Каждый из способов направлен на достижение конкретной цели. При этом, согласно данным литературы, сохранение прозрачности трансплантата АМ достигается за счет использования методов криоконсерваци и лиофилизации.

В офтальмохирургии трансплантация АМ – это оперативное вмешательство, направленное на восстановление переднего отдела глаза. Трансплантат обеспечивает заживление, противовоспалительный и антирубцовый эффект. Для фиксации АМ в настоящее время используются три стандартные техники: «onlay» (биологическое покрытие или повязка), «inlay» (послойная техника), «sandwich» (комбинированная техника) [3, с. 9].

Техника «onlay», или поверхностное наложение, предполагает фиксацию АМ непосредственно на эпителиальную поверхность роговицы, где она функционирует по типу временной биологической повязки, контактной линзы с активными терапевтическими свойствами. Данная техника ориентирована на купирование воспаления, аналгезию и создание влажной, защищённой среды для самостоятельной регенерации поверхностных слоёв. Технически трансплантат подшивается поверхностными узловыми швами (нейлон 10-0) или фиксируется бесшовно с помощью вакуум-дегидрированных контактных линз, что особенно ценно при истончении роговицы. Модифицированная методика «onlay-полоски» при травматических разрывах предполагает минимальное вмешательство в центральную оптическую зону, благодаря чему значительно снижается риск развития послеоперационного астигматизма.

Метод «onlay» демонстрирует высокую эффективность в остром периоде химических и термических ожогов, при синдроме Стивенса-Джонсона, персистирующих эпителиальных эрозиях, а также при посттравматических разрывах роговицы.

Важно отметить, что при ожогах средней степени техника «onlay» достоверно ускоряет эпителизацию по сравнению с консервативной терапией, но при тяжёлых ожогах не даёт значимых преимуществ в восстановлении прозрачности роговицы.

Техника «inlay» подразумевает интрастромальное погружение АМ. Её укладывают в толщу дефекта и фиксируют к краям раны, и, следовательно,

АМ выполняет функции временной базальной мембраны, по которой мигрируют эпителиоциты и фибробласты, восполняя стромальный матрикс. Данный метод решает задачи механического замещения глубоких тканевых дефектов, обеспечивая опору для пролиферации клеток и герметизацию при перфорациях. Оперативная техника заключается в формировании многослойного трансплантата с последующей его фиксацией одним рядом узловых швов (материал, нити) к краям дефекта, что позволяет сохранить необходимую механическую прочность трансплантата.

Метод «inlay» находит основное применение при перфорациях роговицы, глубоких стромальных язвах, расплавлениях, а также макулярных разрывах сетчатки (как элемент витреоретинальной хирургии).

Необходимо отметить, что представленные техники не являются взаимоисключающими, напротив, в сложных клинических ситуациях они выступают как взаимодополняющие.

Техника «sandwich» представляет собой комбинацию onlay и inlay: производится заполнение трансплантатом глубокого дефекта роговицы с последующим укрытием раневой поверхности АМ. Данная комбинированная методика обеспечивает одновременно механическую поддержку и стимулирует регенерацию тканей, что особенно востребовано при обширных язвенных поражениях с риском перфорации. Как подчёркивается в руководствах по офтальмохирургии, выбор конкретной техники или их сочетания должен определяться индивидуальной клинической картиной, а не жёстким противопоставлением методов [4, с. 41].

Выводы. Таким образом, выбор между «onlay» и «inlay» техниками трансплантации АМ диктуется глубиной и характером поражения. Поверхностные процессы требуют главным образом защитно-регуляторного воздействия, тогда как глубокие стромальные дефекты и нарушения целостности оболочки нуждаются в каркасном замещении. Лишь понимание патофизиологических особенностей каждого случая позволяет хирургу оптимально применить одну из техник или их комбинацию, добиваясь максимального функционального и анатомического результата. Комбинированное применение «sandwich» техники при тяжёлых поражениях даёт наилучшие исходы, что подтверждается клиническими наблюдениями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Халимов, А. Р. Особенности морфологической и ультраструктурной организации роговицы (обзор литературы) / А. Р. Халимов, В. К. Суркова, Г. М. Казакбаева // Acta Biomedica Scientifica. – 2022. – Т. 7, № 6. – С. 112-120.

2. Калашников, Е. И. Морфофункциональные особенности амниона при нормальной и патологической беременности / Е. И. Калашников, А. И. Танаков // Акушерство и гинекология. – 2020. – № 5. – С. 3-6.

3. Новицкий, И. Я. Место трансплантации амниотической оболочки в лечении заболеваний роговицы, сопровождающихся ее неоваскуляризацией / И. Я. Новицкий // Вестн. офтальмол. – 2021. – № 6. – С. 9-11.

4. Скачков, Д. П. Морфологические изменения роговицы после интрастромальной имплантации амниона при эндотелиально-эпителиальной дистрофии роговицы в эксперименте / Д. П. Скачков, А. А. Григоренко, А. Л. Штилермая // Якутский медицинский журнал. – 2022. – № 2. – С. 41-43.

ULTRASOUND-BASED TEACHING OF CARDIAC PHYSIOLOGY TO UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS

Mazalkova Maria

Molloy University
USA, Rockville Centre, New York

Introduction. Ultrasound has become a widely used diagnostic modality and is increasingly integrated into medical curricula to prepare students for clinical practice. While its role in patient assessment is well established, its usefulness in preclinical courses such as human anatomy and physiology is increasingly recognized. The development of well-structured curricula to introduce students to imaging techniques in medical schools is becoming increasingly important. One of the widely known methods of ultrasound is echocardiography. It is a non-invasive imaging technique that provides the opportunity to study cardiac anatomy and physiology in real time. Modern medical curricula increasingly integrate echocardiography into basic heart physiology and undergraduate training to bridge theory and practice. Live ultrasound visualization replaces static textbook diagrams, helping learners grasp dynamic cardiac mechanics. The development of well-structured curricula to introduce students to imaging techniques in medical schools is becoming increasingly important [1, c. 206].

Aim: to analyze scientific publications on the issue of integrating echocardiography into the traditional curriculum for medical students in cardiac physiology and to analyze student and faculty feedback.

Research methods. A search of publications was conducted in PubMed, Medline, and Embase databases for the period from 2020 to August 2026. A total of 65 relevant articles were identified. The search was conducted using the following keywords: ultrasound, echocardiography, medical students teaching.

Results and its discussion. An analysis of the identified publications shows that the inclusion of a seminar on cardiac ultrasound diagnostics increases students' confidence in understanding cardiac physiology and strengthens their confidence in performing cardiac ultrasound examinations in practice. This study assesses the utility of cardiac ultrasound workshops within a medical physiology course [2].

The concept of point-of-care ultrasound has been widely accepted owing to the development of portable ultrasound systems and growing body of evidence

concerning its extensive utility. Thus, it is reasonable to suggest that training to use this modality be included in undergraduate medical education. Training in ultrasonography helps medical students learn basic subjects such as anatomy and physiology, improve their physical examination skills, and acquire diagnostic and procedural skills. Several reports have indicated that some medical schools have integrated ultrasound training into their undergraduate medical curricula. Jichi Medical University in Japan has been providing medical students with ultrasound education to fulfill part of its mission to provide medical care to rural areas [3].

Ultrasound diagnostics is a tool used in clinical practice and is gradually being integrated into medical student curricula at a number of medical schools worldwide.

The purpose of this study was to assess medical students' perceptions of the integration of ultrasound training into the curriculum. Analysis of the results revealed that students acknowledged that ultrasound training improves their knowledge of internal medicine and various diagnostic techniques, as well as enhances their clinical decision-making skills. The study found that most students believe that integrating ultrasound training into the medical curriculum is valuable. However, further work is needed to determine optimal learning conditions and evaluate the effectiveness of current training [4].

The integration of ultrasound diagnostics into medical specialist training is attracting increasing attention due to its potential to improve clinical training. However, a standardized framework for its implementation and curricular standards have not yet been developed. Research findings indicate that early and sustained exposure to ultrasound diagnostics improves students' understanding of anatomy and physiology, strengthens clinical judgment, and enhances residency readiness. Future efforts should focus on developing and implementing standards that facilitate the consistent and uniform integration of ultrasound training into undergraduate medical education programs [5, с. 2168].

A training module on cardiac ultrasound diagnostics for medical students is of interest. It helps develop basic skills in image acquisition, identification of normal ultrasound anatomy and cardiac physiology. A short training course followed by independent practice improved medical students' cardiac ultrasound skills. Participants felt more confident in performing cardiac ultrasound examinations, and a significant number felt that training in ultrasound diagnostics helped them achieve other learning goals in their cardiology practice [6].

Summary. Using ultrasound to teach medical students cardiac physiology improves test scores, enhances real-time visualization of the beating heart, and demonstrates dynamic concepts like the Frank-Starling law. Studies show student assessment scores rise significantly after live ultrasound integration.

Teaching cardiac physiology using ultrasound is feasible for medical students and increases their motivation to improve their knowledge. Feedback from students and faculty about this innovation has been very positive.

Echocardiography transforms abstract physiology into a visual process: medical students see valve function, myocardial movement, and blood flow in real time, which aids in the study of cardiac physiology.

REFERENCES

1. Sudler, S. R. Assessing the use of cardiac ultrasound as an adjunct to physiology education at the medical school level / S. R. Sudler // Advances in Physiology Education. – 2026. – Vol. 50, № 1. – P. 205-215.

2. Morariu, P. C. Handheld focused cardiac ultrasound training in internal medicine curriculum / P. C. Morariu // Echocardiography. – 2025. – Vol. 42, № 12. – Art. e70379.

3. Ultrasonography in undergraduate medical education: a comprehensive review and the education program implemented at Jichi Medical University / T. Kameda, N. Taniguchi, K. Konno [et al.] // Journal of Medical Ultrasonics. – 2022. – Vol. 49, № 2. – P. 217-230.

4. Importance of ultrasound education in undergraduate medical curriculum: A survey study based on first-year medical students' perception of the 6-year doctor of medicine program of the university of nicosia medical school in cyprus / C. Zervides, P. Kefala-Karli, L. Sassis, M. Sassi [et al.] // Ultrasound Q. – 2020. – Vol. 36, № 4. – P. 328-332.

5. Ultrasound as a foundational tool in medical education: A literature review / S. M. Provenzano, I. Mageto, A. González Frontera [et al.] // Advances in Medical Education and Practice. – 2025. – Vol. 16. – P. 2167-2179.

6. Cardiac ultrasound training for medical students utilizing drawing and ward-based instruction / S. Beck, G. Whalley, S. Coffey [et al.] // MedEdPORTAL. – 2025. – Vol. 21. – Art. e11485.

CAESAREAN SECTION AS AN ACTUAL PROBLEM IN MODERN OBSTETRICS

Smolei N. A., Perera Mapatunage T., Herath Mudiynaselage V. O., Hewamarabhage K. S. N., Subasingha Arachchge D. N. T. P., Wijekoon Mudiyanselage R. D. W., Jayasinghe Laddu D. C.

Grodno State Medical University
Grodno, Belarus

Introduction. Caesarean section (CS) is a major operation used to deliver a baby through incisions in the mother’s abdomen and uterus. CS is one of the most common operations in obstetric practice. It can be lifesaving when vaginal delivery is unsafe or impossible. In modern obstetrics, caesarean section is of great importance, as it helps to preserve the health and life of both the mother and the child in cases of complicated pregnancy and childbirth. Currently, the frequency of CS is steadily increasing. Taking into account possible complications directly related to the operation or to the postoperative period, it is important to properly justify the necessity of this surgical intervention [1, 2, c. 397].

Absolute indications for CS include major pelvic abnormalities causing definite obstruction to vaginal delivery and persistent shoulder dystocia when safe vaginal delivery cannot be achieved. Relative indications include previous CS, significant maternal cardiac disease, active maternal infections where Caesarean delivery is recommended, and suspected fetal macrosomia. Surgical management and post-operative care is important to prevent further complications enhance the quality of life. Postoperative care includes prevention of maternal complications such as infections, thromboembolism, hemorrhage and bladder bowel injury [1, 2, с. 397].

Objective. To study and analyze the main indications for CS in both planned and emergency cases, as well as the condition of newborns delivered via CS.

Methods. Studying history cases of patients who were delivered by CS at the Municipal Clinical Emergency Hospital in Grodno.

Results and discussion. We have performed studying history cases of 105 patients who were delivered by CS at the Municipal Clinical Emergency Hospital in Grodno. When studying the gestational age at the time of delivery, it was found that in 97,14% of cases (102 cases), the delivery was term and occurred at a gestational age of 273,5±7,03 days, while in 2,86% of cases (3 deliveries), it was preterm, occurring at a gestational age of 245±8,2 days. The average age of the women was 28,7±5,42 years.

A total of 88 operations (83,8%) were performed as planned; the number of emergency operations was 17 (16,2%). Indications for planned delivery by CS were distributed as follows: 48,86% of cases – scarring on the uterus after previous CS, 13,64% – premature rupture of amniotic sack, lack of labor activity after labor, 12,5% – conclusion of the ophthalmologist about the shutdown of the labor period in childbirth due to pathology of the organ of vision, 11,36% – chronic fetoplacental insufficiency, subcompensated form, fetal growth retardation syndrome, 6,82% – breech presentation of the fetus, 6,82% – conclusion of a neurologist on an operative solution regarding the presence of a neurological pathology in a pregnant woman.

Indications for emergency delivery by CS were as follows: premature detachment of the normally located placenta – 23,53% of cases, premature birth, lack of effect from delivery – 17,65% of cases, weakness of labor, not amenable to drug correction – 17,65% of cases, clinically narrow pelvis – 17,65% of cases chronic intrauterine fetal hypoxia – 11,76% of cases, high erect standing of the arrowhead suture – 5,88% of cases, acute fetal asphyxia – 5,88% of cases.

The condition of newborns delivered via elective CS was assessed as satisfactory in 80 cases (90,91%) and of moderate severity in 8 (9,09%). At the same time, the number of children born in satisfactory condition during emergency delivery amounted to 11 (64,71%). At the same time, the condition of 6 newborns (35,29%) was assessed as moderate due to the presence of clinical signs of intrauterine infection, respiratory distress syndrome, respiratory failure, morphofunctional immaturity, and prematurity.

Conclusion. CS is an important obstetric operation that can save the life of mothers and babies when medically necessary. Safe management requires proper

assessment and preparation, appropriate anesthesia and prophylaxis, careful surgical technique and effective postoperative care. Most CS (more than 83%) were performed on a planned basis for obstetric indications and due to extragenital pathology. At the same time, the indicator characterizing the frequency of emergency delivery (16,2%) indicates timely diagnosis of obstetric complications.

LITERATURE

1. Alarming rise of cesarean births: a single center experience / Y. Simsek, S. Celen, E. Ertas, N. Danisman, L. Mollamahmutoglu // European Review for Medical and Pharmacological Sciences. – 2012. – Vol. 16. – P. 1102-1106.

2. The International Glossary on Infertility and Fertility Care, 2017 / F. Zegers-Hochschild, G. D. Adamson, S. Dyer [et al.] // Fertility and Sterility. – 2017. – Vol. 108, № 3. – P. 393-406.

PREECLAMPSIA: DIAGNOSIS, COMPLICATIONS AND OBSTETRIC MANAGEMENT

Smolei N. A., Karapitiye Patiranage S. N. D., Illangasingha Mudiyanselage D. T. I., Jayalath A. M., Mironuk A. O.

Grodno State Medical University
Grodno, Belarus

Introduction. Preeclampsia is a hypertensive disorder that develops after 20 weeks of gestation and is accompanied by proteinuria or other evidence of maternal organ dysfunction [1]. Eclampsia is characterized by new onset generalized tonic clonic seizures in a woman with preeclampsia after exclusion of other neurologic causes [2-4]. These conditions remain important causes of maternal and perinatal morbidity and mortality. Diagnostic assessment combines blood pressure measurement with evaluation of renal, hepatic, hematologic, neurologic, respiratory and uteroplacental involvement [1, 2, 5]. That is why it is very important to diagnose any complications during pregnancy to prevent preterm labor.

Objective. To evaluate the diagnostic criteria, major maternal and fetal complications of preeclampsia and eclampsia in order to support timely obstetric management.

Methods. Studying history cases of patients with preeclampsia, statistic analysis.

Results and discussion. Preeclampsia is diagnosed when systolic blood pressure is at least 140 mmHg or diastolic blood pressure is at least 90 mmHg on two measurements after 20 weeks of gestation, together with proteinuria or evidence of organ dysfunction. Severe features include blood pressure of at least 160/110 mmHg, thrombocytopenia, impaired liver function, renal insufficiency, pulmonary edema or

new cerebral or visual symptoms [1]. HELLP syndrome represents a severe complication requiring urgent assessment and, when clinically indicated, delivery [1, 5].

We analyzed 50 cases of preeclampsia that developed during pregnancy. 14 patients (28% of cases) had a combined pathology and suffered from metabolic disorders and thyroid pathology. 16 patients (32%) had thyroid pathology, and 20 patients (40%) suffered from obesity. In the first group of patients with combined pathology, 21% of patients had pre-existing hypertension, while in 50% of cases hypertension developed during pregnancy. In the second group, 74% of patients had hypertension that developed during pregnancy, and 18% of women had edema of varying severity. This indicates a strong influence of endocrine pathology on the development of cardiovascular disorders. In patients of the third group with obesity, hypertension was diagnosed in 65% of cases. The main complications during childbirth were chronic fetal hypoxia and acute hypoxia against the background of chronic hypoxia, as well as impaired utero-placental blood flow and premature rupture of membranes.

The timing and mode of delivery depend on gestational age, maternal condition, fetal status, cervical favorability, and the response to stabilization. Cesarean delivery is not required solely because preeclampsia or eclampsia is present; it is considered when rapid delivery is necessary and vaginal birth is not appropriate, when labor induction fails, or when maternal or fetal deterioration requires urgent birth.

Management prioritizes maternal stabilization, seizure prophylaxis or treatment, control of severe hypertension, and assessment of fetal condition. Magnesium sulfate is the standard drug for prevention and treatment of eclamptic seizures in women with severe disease [1, 3]. Acute severe hypertension requires prompt antihypertensive treatment. When preterm delivery is anticipated, antenatal corticosteroids may be used to improve fetal lung maturity according to gestational age and clinical circumstances.

Women with a history of preeclampsia also have an increased long-term risk of cardiovascular and renal disease, emphasizing the importance of postpartum follow up and risk factor assessment [4].

Conclusions. Preeclampsia and eclampsia require structured diagnosis, repeated maternal and fetal assessment, and timely escalation of care. Severe hypertension, neurologic symptoms, HELLP syndrome, pulmonary edema, renal or hepatic deterioration, placental abruption, and fetal compromise are warning features that may require urgent delivery. Preeclampsia is a fairly common complication of pregnancy, which, in turn, is a risk factor for the development of other complications both during pregnancy and during childbirth. Timely treatment and prevention of hormonal and metabolic disorders will contribute to the normal course of pregnancy and childbirth and will reduce the risk of reproductive losses.

LITERATURE

1. Gestational Hypertension and Preeclampsia // Obstetrics & Gynecology. – 2020. – Vol. 135, № 6. – P. e237-e260.
2. Laskowska, M. Prevalence, Diagnosis, and Management of Eclampsia and the Need for Improved Maternal Care: A Review / M. Laskowska // Medical Science Monitor. – 2023. – Vol. 29. – Art. e939919.
3. Diagnosis and Treatment of Eclampsia / V. Katsi, A. Svigkou, I. Dima, K. Tsioufis // Journal of Cardiovascular Development and Disease. – 2024. – Vol. 11, № 9. – P. 257.
4. Turbeville, H. R. Preeclampsia beyond pregnancy: long-term consequences for mother and child / H. R. Turbeville, J. M. Sasser // American Journal of Physiology - Renal Physiology. – 2020. – Vol. 318, № 6. – P. F1315-F1326.
5. The Management of Preeclampsia: A Comprehensive Review of Current Practices and Future Directions / D. D. Sharma, N. R. Chandresh, A. Javed [et al.] // Cureus. – 2024. – Vol. 16, № 1. – Art. e51512.

CLINICAL MANIFESTATIONS OF ELECTROLYTE DISORDERS IN CHILDREN WITH PAROXYSMAL CONDITIONS

Zenevich O. V., Kodikara Arachchige A. S. U. P, Hamduna Y. K.

Grodno State Medical University
Grodno, Belarus

Introduction. Non-epileptic paroxysmal disorders are sudden, episodic attack of symptoms not accompanied by abnormal ictal changes in the brain. Children have higher metabolic rates and fluid turnover, so their organs' activity is highlgly sensitive to even minor electrolyte shifts [1, c. 22, 2, c. 1].

Cardiac causes include bradyarrhythmias, autonomic disorders, and tachyarrhythmias such as paroxysmal supraventricular tachycardia, paroxysmal atrial fibrillation, and paroxysmal AV block.

Objective. To analyze biochemical changes for non-epileptic paroxysmal conditions according to the children's age & sex.

Methods. A cohort study was conducted among 73 children (age 1-17 years) classified according to the ICD 10: R56 R55 syncope and collapse, R58 single convulsive paroxysm at Grodno Children’s Hospital in 2024-2025.

Inclusion criteria: age ≤17 years, documented paroxysmal event of suspected cardiac origin (palpitations, syncope, presyncope, chest discomfort) available medical records including clinical history.

Exclusion criteria: confirmed diagnosis of epilepsy, documented structural heart disease (congenital heart defects, cardiomyopathies), acute infectious conditions with secondary cardiac involvement, incomplete medical records.

Data extracted. Demographics: Developmental age groups.

Biochemical parameters: Serum Na+, Ca2+, Mg2+, Cl-, K+, LDH, P, creatinine kinase & glucose levels according to age-appropriate reference ranges.

Statistical data was processed on a personal computer with the aid of the StatSoft Statistika 10.0 tool. The research involved scientific, theoretical & comparative analysis of medical literature.

Results and discussion. Biochemical analysis was performed in 52 patients (71,2% of the group). Normal values were observed in 23 patients (44,2%), with a balanced sex distribution (10 F, 13 M). The frequency of normal values increased with age and was highest in school-aged children (6) and adolescents (7), suggesting that metabolic stability increases with age.

The most prevalent abnormality was hyperchloremia, detected in 25 patients (48,1%), with an equal sex distribution (13 F, 12 M). It was most frequent in infants (6) and toddlers (5), suggesting susceptibility to Cl^- homeostasis changes due to immature renal regulatory mechanisms and/or increased vulnerability to dehydration.

Hyperkalemia was uncommon, occurring in 2 patients (3,8%): one male infant and one school-aged female. No hypokalemia was observed. Elevated creatine kinase was detected in 2 infants (female, 3,8%), suggesting an age- and sex-specific pattern. However, the small sample size precludes definitive conclusions and warrants further investigation in larger groups.

Other parameters (Na, Ca, Mg, LDH, P, and glucose) were normal.

Conclusion. Children with non-epileptic paroxysmal disorders have a variety of metabolic patterns that differ by sex and age. Hyperchloremia emerges as the most prevalent abnormality, affecting nearly half of tested patients with particular frequency in infants and toddlers. This finding highlights the importance of routine electrolyte monitoring in pediatric patients presenting with paroxysmal symptoms and suggests that chloride homeostasis disturbances may contribute to the pathophysiology of these events, either directly or as markers of underlying metabolic stress.

Biochemical examination is a thorough method for assessing children with non-epileptic paroxysmal disorders is the biochemical examination. Patterns unique to age and sex found in this study could influence clinical judgement and diagnostic algorithms. To confirm these results and investigate their molecular underpinnings, more prospective research is necessary, which will improve outcomes for the impacted kids.

LITERATURE

1. Nardone, R. Acute Symptomatic Seizures Caused by Electrolyte Disturbances / R. Nardone, F. Brigo, E. Trinka // J Clin Neurol. – 2016. – Vol. 12, № 1. – P. 21-33.

2. Zieg, J. Electrolyte disorders related emergencies in children / J. Zieg, S. Ghose, R. Raina // BMC Nephrol. – 2024. – Vol. 25, № 1. – Art. 282.

ЛИТЕРАТУРА, ПОСВЯЩЕННАЯ ЖИЗНИ ПРОФЕССОРА ЖМАКИНА И. К.

1. Жмакін, І. К. Беларуская энцыклапедыя. – Минск, 1988. – Т. 6. – С. 435.

2. Игорь Константинович Жмакин : (к 70-летию со дня рождения) // Эскулап. – 1996. – 20 сентября (№ 26). – С. 2.

3. Игорь Константинович Жмакин (к 70-летию со дня рождения) // Здравоохранение. – 1996. – № 9. – С. 57.

4. Жмакін Ігар Канстанцінавіч // Беларуская энцыклапедыя : у 18 т. / рэдкал. : Г. П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Минск : БелЭн, 1998. – Т. 6 : Дадаізм – Застава. – С. 435.

5. Жмакин, И. К. История становления и развития кафедры нормальной физиологии (1959-1998) / И. К. Жмакин, В. В. Зинчук // 40 лет Гродненскому государственному медицинскому институту (1958-1998) : сб. материалов / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Гродн. гос. мед. ин-т. – Гродно, 1998. – С. 45-49.

6. Эволюция представлений о системной организации физиологических функций организма на кафедре нормальной физиологии / И. К. Жмакин, В. В. Зинчук // Международная научная конференция, посвященная 40-летию Гродненского государственного медицинского института : сб. материалов / редкол.: С. М. Зиматкин (отв. ред.) [и др.] ; Гродн. гос. мед. ин-т. – Гродно, 1998. – Ч. 1. – С. 67-68.

7. 40 лет кафедре нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского института / сост.: И. К. Жмакин, В. В. Зинчук. – Гродно : ГрГМУ, 2000. – 56 с.

8. Доктора наук Республики Беларусь [Жмакин Игорь Константинович] (1974)// Наука Беларуси в XX столетии / Национальная академия наук Беларуси, Комиссия по истории науки. – Минск, 2001. – С. 837.

9. К 75–летию со дня рождения [И.К. Жмакин доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии] // Эскулап. – 2001. – № 64. – С. 9.

10. Балбатун, О. А. Игорь Константинович Жмакин (к 45-летию ГрГМУ) / О. А. Балбатун // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2003. – № 2. – С. 96-99.

11. Жмакин Игорь Константинович // Заведующие кафедрами и профессора Гродненского государственного медицинского (института) университета: (1958–2003) / под ред. П. В. Гарелика, Е. М. Тищенко. – Гродно, 2003. – С. 123-125.

12. Журавлев, В. И. Родом из вечности : [о д-р мед. наук, проф. кафедры нормальной физиологии И.К. Жмакине] / В. И. Журавлев // Вечерний Гродно. – 2003. – 5 марта (№ 12/13). – С. 5.

13. Жмакин, И. К. У истоков кафедры нормальной физиологии Гродненского медицинского института (из личных воспоминаний) / И. К. Жмакин // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2004. – № 2 (6). – С. 106-109.

14. Журавлев, В. Профессор И.К. Жмакин: 22-е колено рода Ратши / В. Журавлев // Биржа информации. – 2005. – URL: https://web.archive.org/web/20211028203827/http://www.gazeta.grodno.by/187/t92.html (дата обращения: 07.10.2026).

15. Игорь Константинович Жмакин (к 80-летию со дня рождения) // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2006. – № 3. – С. 139-140.

16. Жмакин Игорь Константинович // 50 лет Гродненскому государственному медицинскому университету: события и биографии / П. В. Гарелик, Е. М. Тищенко. – Гродно, 2008. – С. 261-262.

17. Журавлев, В. "Люблю встречать их имена в двух-трех строках Карамзина" : (о профессоре Игоре Жмакине) / В. Журавлев // "Чем больше имя знаменито, тем неразгаданней оно..." : (профессора г. Гродно: жизнеописания). Кн. 1 ; Три судьбы : (очерки) ; Записки лежебоки. Тетрадь 1 / В. Журавлев. – Гродно, 2009. – С. 13-26.

18. Зинчук, В. В. 50 лет кафедре нормальной физиологии / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун. // Эскулап : газета УО "Гродненский государственный медицинский университет". – 2009. – 19 июня (№ 5). – С. 2-3.

19. Жмакин Игорь Константинович // Профессора и доктора наук Гродненского государственного медицинского университета : [1958–2013 : биогр. справ. / отв. ред.: В. А. Снежицкий, Е. М. Тищенко] ; УО «ГрГМУ». – Гродно, 2013. – С. 93.

20. Творческий путь профессора Игоря Константиновича Жмакин**а:** (к 90-летию со дня рождения) / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Л. В. Дорохина [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2016. – № 3. – С. 173-176.

21. С любовью к Наставнику : (к 90-летию со дня рождения И. К. Жмакина) // Эскулап. – 2016. – 30 сент. (№ 5). – С. 12-13.

22. Кафедра нормальной физиологии // Гродненский государственный медицинский университет: 60 лет на ниве образования и науки : справочное издание / [сост.: В. А. Снежицкий, В. В. Воробьев, И. П. Богданович, Н. Е. Хильмончик ; под общ. ред. В. А. Снежицкого]. – Гродно, 2018. – С. 217-226.

23. Зинчук, В. В. Путь длиною в 60 лет / В. В. Зинчук // Актуальные вопросы физиологии : сб. материалов науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 60-летию кафедры нормальной физиологии ГрГМУ, 23 мая 2019 г. / [редкол.: В. А. Снежицкий, С. Б. Вольф, В. В. Зинчук]. – Гродно, 2019. – С. 4-9. – 1 CD-ROM.

24. Зинчук, В. В. 60 лет кафедре нормальной физиологии Гродненского государственного медицинского университета / В. В. Зинчук. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 256 с.

25. К 95-летию со дня рождения Игоря Константиновича Жмакина / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Л. В. Дорохина [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2021. – Т. 19, № 3. – С. 356-360.

26. Коллектив кафедры нормальной физиологии поздравляет с юбилеем Игоря Константиновича Жмакина! // Эскулап. – 2021. – 26 июля (№ 5). – С. 9.

27. Кафедре нормальной физиологии 65 лет! // Эскулап : газета УО "Гродненский государственный медицинский университет". – 2024. – 6 ноября (№ 6). – С. 18.

28. Зинчук В.В. К 100-летию со дня рождения заведующего кафедрой нормальной физиологии, профессора Игоря Константиновича Жмакина // Сборник материалов республиканской научно-практической конференции с международным участием студентов и молодых ученых, посвященной 100-летию со дня рождения профессора И. К. Жмакина, 23-24 апреля 2026 г. / редкол.: И. Г. Жук (отв. ред.) [и др.]. – Гродно, 2026. – С. 3-7. – 1 CD-ROM.

29. Достойная жизнь – достойное наследие : к 100-летию со дня рождения Игоря Константиновича Жмакина / В. В. Зинчук, Л. В. Дорохина, О. А. Балбатун [и др.] // Журнал Гродненского государственного медицинского университета : ежеквартальный научно-практический журнал. – 2026. – Т. 24, № 4. – С. 443-448.

30. Жмакін Ігар Канстанцінавіч // Беларусь у асобах і падзеях : анлайн-энцыклапедыя / Нацыянальная бібліятэка Беларусі. – URL: https://bis.nlb.by/ru/documents/134024 (дата обращения: 07.10.2026).

31. Жмакин Игорь Константинович // Википедия. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жмакин,_Игорь_Константинович (дата обращения: 07.10.2026).

32. Жмакин Игорь Константинович // Кафедра нормальной физиологии / УО «Гродненский государственный медицинский университет» : [сайт]. – URL: http://www.grsmu.by/ru/university/structure/chairs/kafedry_28/history/ (дата обращения:07.10.2026).

33. Жмакин Игорь Константинович // Ученые Беларуси : [база данных] / Национальная библиотека Беларуси. – URL: http://unicat.nlb.by/scient/pls/dict.prn_ref?tu=e&tq=v0&name_view=va_all&a001=BY-NLB-ar774509&strq=l_siz=20 (дата обращения: 29.01.2026).

34. Интересы общего дела – выше личных! [Жмакин Игорь Константинович] / подготовила Жанна Бурачевская // Связь времен и поколений : [проект]. – 2022. – URL: http://www.grsmu.by/ru/university/about/museum/museum/svyaz_vremen_i_pokolenij/zhmakin/ (дата обращения: 29.01.2026).

ФОТОХРОНИКА ЖИЗНЕННОГО ПУТИ ПРОФЕССОРА ЖМАКИНА ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА



Миргород. И. К. Жмакин в возрасте 2 лет в центре фотографии между отцом К. Н. Жмакиным и матерью Е. М. Жмакиной (1928 г.).

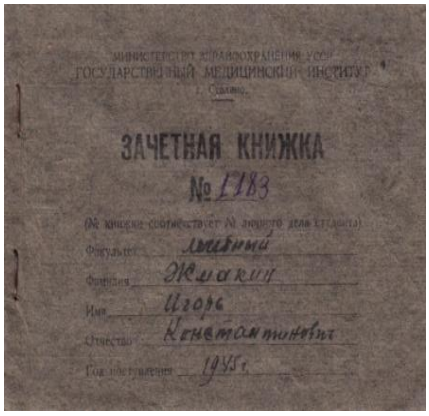




Детские годы (30-е годы 20-го столетия)



Обучение в Сталинском медицинском институте (г. Донецк)
и Первом Московском медицинском институте (1945-1951 гг.)

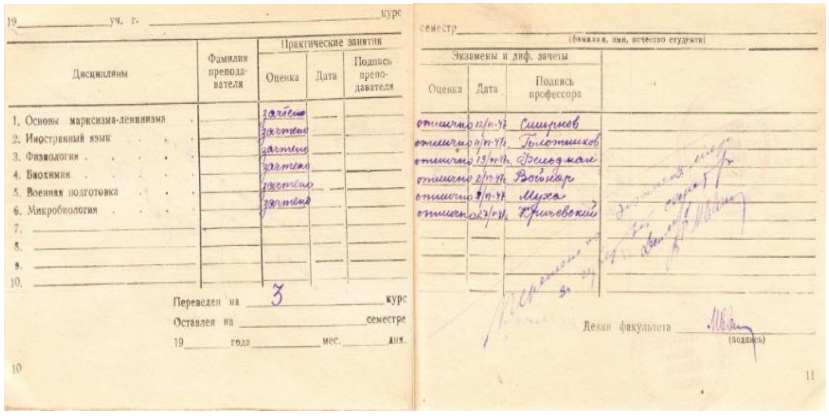


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ
Сталино

ЗАЧЕТНАЯ КНИЖКА
№ 1183

(№ книжки соответствует № личного дела студента)

Факультет лечебный
Фамилия Жмакин
Имя Игорь
Отчество Константинович
Год поступления 1945 г.



19____ уч. г. ____ курс

Дисциплины	Фамилия преподавателя	Практические занятия: Оценка	Дата	Подпись преподавателя
1. Основы марксизма-ленинизма		зачтено		
2. Иностранный язык		зачтено		
3. Физиология		зачтено		
4. Биохимия		зачтено		
5. Военная подготовка		зачтено		
6. Микробиология		зачтено		
7.				
8.				
9.				
10.				

Переведен на 3 курс
Оставлен на ____ семестре
19____ года ____ мес. ____ дня

10

семестр ____
(сдавал, не, отчислен отсутств)

Экзамены и диф. зачеты: Оценка	Дата	Подпись профессора
отлично	11/VI-47	Смирнов
отлично	9/VI-47	Плотников
отлично	13/VI-47	Гольдман
отлично	2/VI-47	Войнар
отлично	5/VI-47	Мука
отлично	23/VI-47	Крыловский

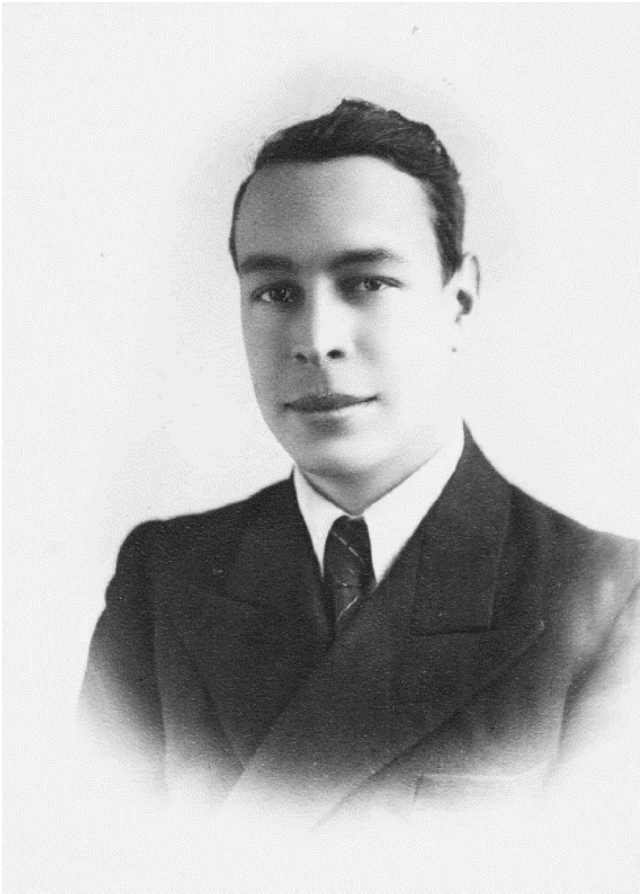
Декан факультета ____ (подпись)

11

ЗАЧЕТНАЯ КНИЖКА № 1183
лечебный факультет



Учеба в 1-м Московском ордена Ленина медицинском институте



Студенческие годы



ДИПЛОМ

С ОТЛИЧИЕМ

Е № 102527

Предъявитель сего тов. Жмакин Игорь Константинович

в 1945 г. поступил и в 1951 г. окончил полный курс 1-го Московского ордена Ленина медицинского института

по специальности лечебное дело

и решением Государственной Экзаменационной Комиссии от 26-июня 1951 г. ему присвоена квалификация врача

Председатель Государственной Экзаменационной Комиссии Жмакин

Директор

Секретарь

М. П.

Город Москва 3 Июнь 1951 г.

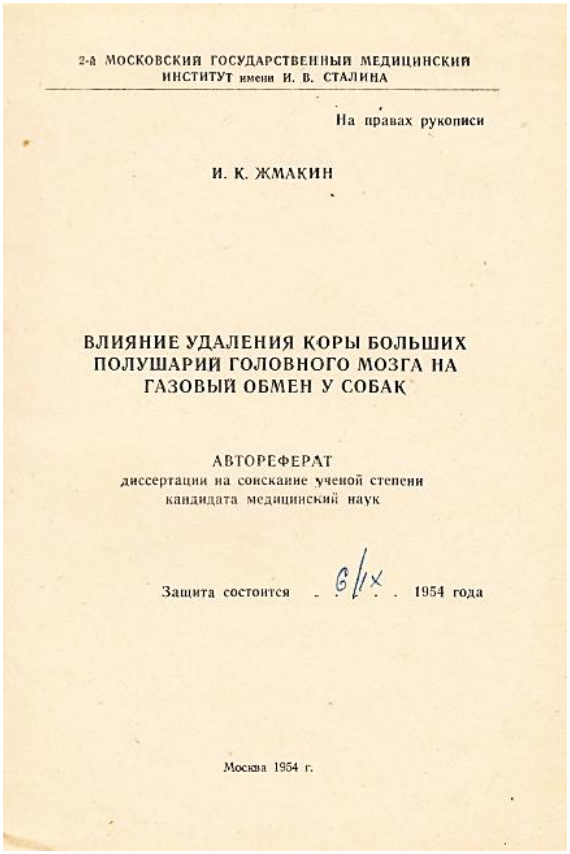
Регистрационный № 126

Типография им. В. М. Молотова. Гознак. 1951.

В 1951 году закончил с отличием 1-ый Московский ордена Ленина медицинский институт



Аспиранты 2-го Московского медицинского института (сидят А .К. Лагутин, В. И. Подачин, К. А. Шошенко, Г. Г. Мусалов, И. К. Жмакин, стоят В. Аскеров, К. Н. Ткаченко (1953 г.)



2-й МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ имени И. В. СТАЛИНА

На правах рукописи

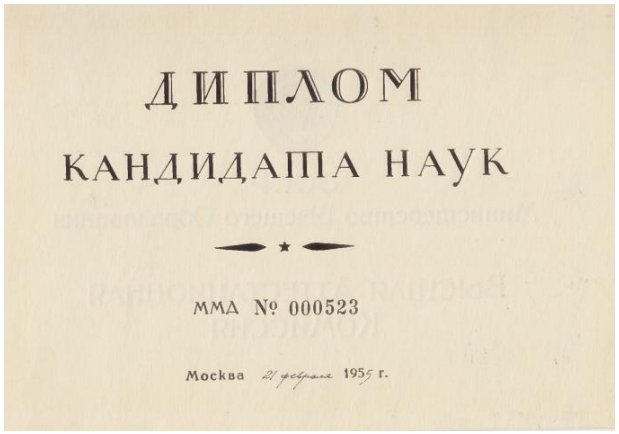
И. К. ЖМАКИН

ВЛИЯНИЕ УДАЛЕНИЯ КОРЫ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА НА ГАЗОВЫЙ ОБМЕН У СОБАК

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинский наук

Защита состоится 6/IX 1954 года

Москва 1954 г.



ДИПЛОМ

КАНДИДАТА НАУК

ММД № 000523

Москва 21 февраля 1955 г.



Решением

от 9 декабря 1954 (протокол N)

Жмакину Игорю Константиновичу

ПРИСУЖДЕНА УЧЕНАЯ СТЕПЕНЬ КАНДИДАТА МЕДИЦИНСКИХ НАУК

Председатель Совета

Ученый Секретарь Совета

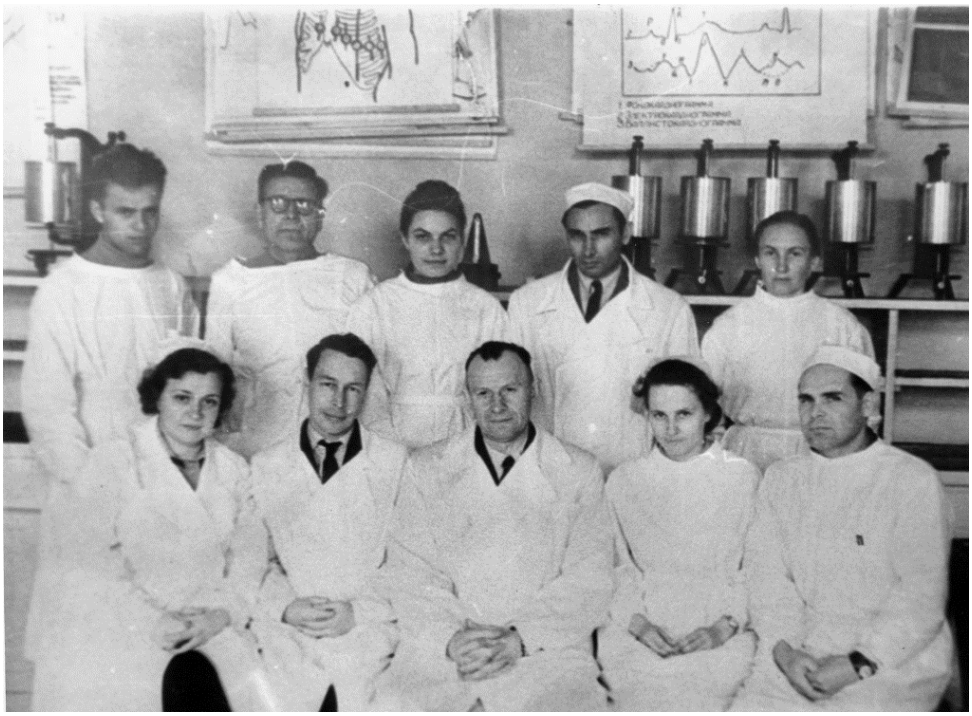
Автореферат на соискание ученой степени кандидата медицинских наук и диплом кандидата медицинских наук (1954 г.)



Доцент кафедры нормальной физиологии



Жмакин И. К. с сотрудниками, Гродно (1960 г.)



Коллектив кафедры нормальной физиологии (1960 г.)
В 1-м ряду (слева направо): асс. Калинина Т. В., к.м.н. Жмакин И. К., д.б.н. Аринчин Н. И., асс. Кузьмицкая Л. И., асс. Кузнецов В. И., во 2-м ряду, второй справа – асс. Софронов Ю. Т., технический персонал кафедры



Лекция по физиологии: читает доцент Жмакин И. К., лекционный асс. Л. И. Кузьмицкая (Санюкевич) (1960 г.)



АТТЕСТАТ
ДОЦЕНТА

МДЦ № 003289

Москва 17 марта 1961 г.

Решением
Высшей Аттестационной Комиссии
от 15 февраля 1961 г. (протокол N 7/IV)
Жмакин Игорь Константинович
УТВЕРЖДЕН В УЧЕНОМ ЗВАНИИ ДОЦЕНТА
ПО КАФЕДРЕ
"нормальная физиология"

Зам. Председатель Высшей Аттестационной Комиссии

Ученый Секретарь Высшей Аттестационной Комиссии



Подготовка 1-го соглашения о сотрудничестве Гродненского мединститута и Белостокской медицинской академии.
Жмакин И. К. за печатной машинкой (1960-е гг.)



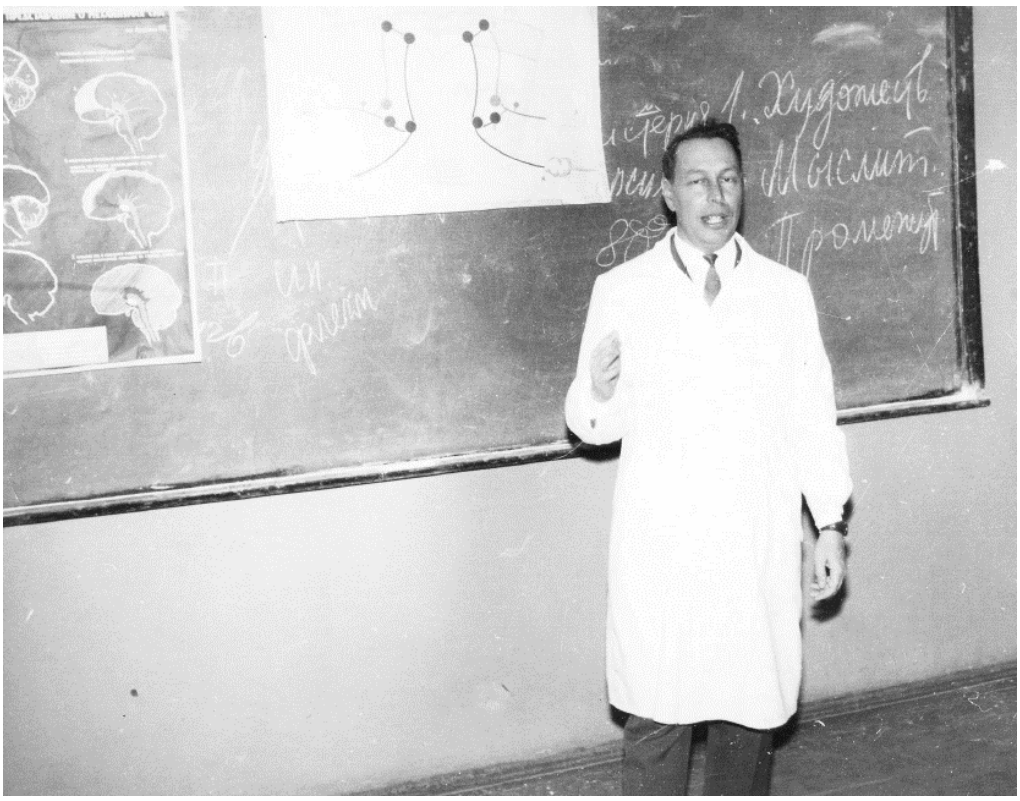
Доцент Жмакин И. К. (первый справа) с делегацией СНО медицинского факультета Вильнюсского университета (1961 г.)



Жмакин И. К. вместе с Аринчиным Н. И. и его супругой



Коллектив кафедры нормальной физиологии (1966 г.)
В 1-м ряду к.б.н., доц. Кузнецов В. И., к.м.н., асс. Калинина Т. В., д.б.н., проф., чл.-корр. АН БССР Аринчин Н. И., асс. Сенько Ф. Н., к.м.н., доц. Жмакин И. К.,
во 2-м ряду к.м.н., асс. Шиманский П. И., ст. лаб. Терешко Н. И., к.б.н. Софронов Ю. Т., лаборант Авраменко М. М., асп. Можейко М. А.



Жмакин И. К. читает лекцию студентам, Кемерово (1968 г.)



**VII научная конференция, посвященная 10-летию ГГМИ (1968 г.).
Справа налево: доц. Жмакин И. К.,
проф., чл.-корр. АН БССР Аринчин Н. И.,
доц. Кулаго Г. В., доц. Ракуть В. С.**



Центральный ордена Ленина институт усовершенствования врачей, курсы повышения квалификации, 4-й слева во 2-м ряду Жмакин И. К., Москва (1969 г.)



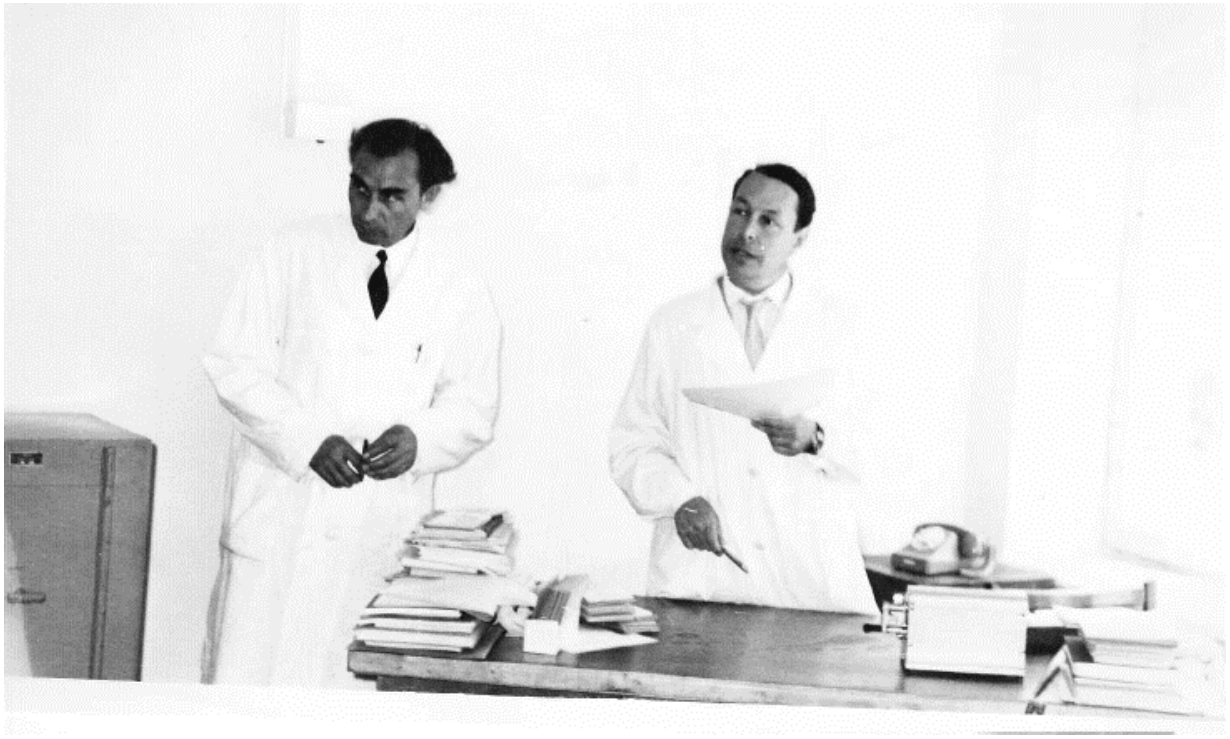
Жмакин И. К. с ученицей Барабаш Н. А., Кемерово (1969 г.)



Профессор Жмакин И. К. и профессор Кулаго Г. В.



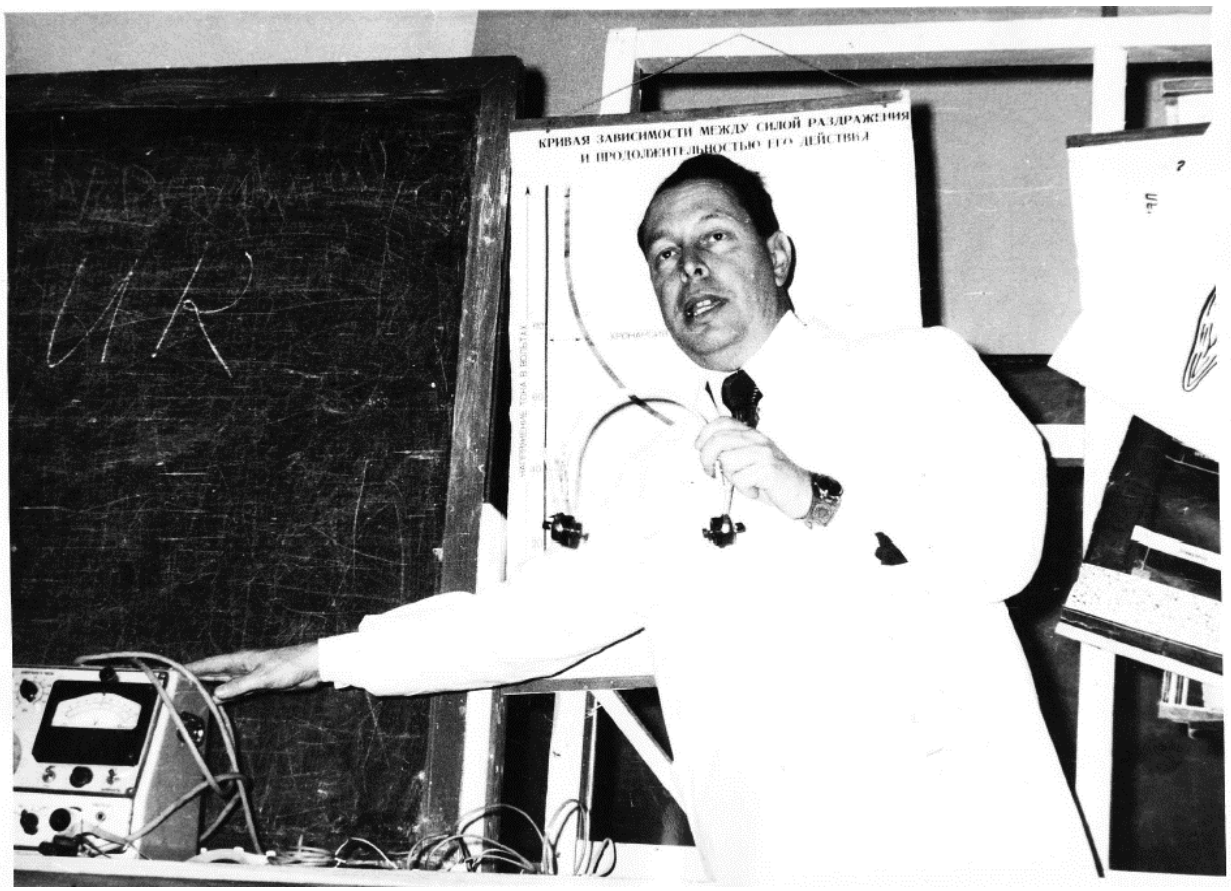
1-й в ряду Жмакин И. К. Экзаменационная сессия (1970 г.)



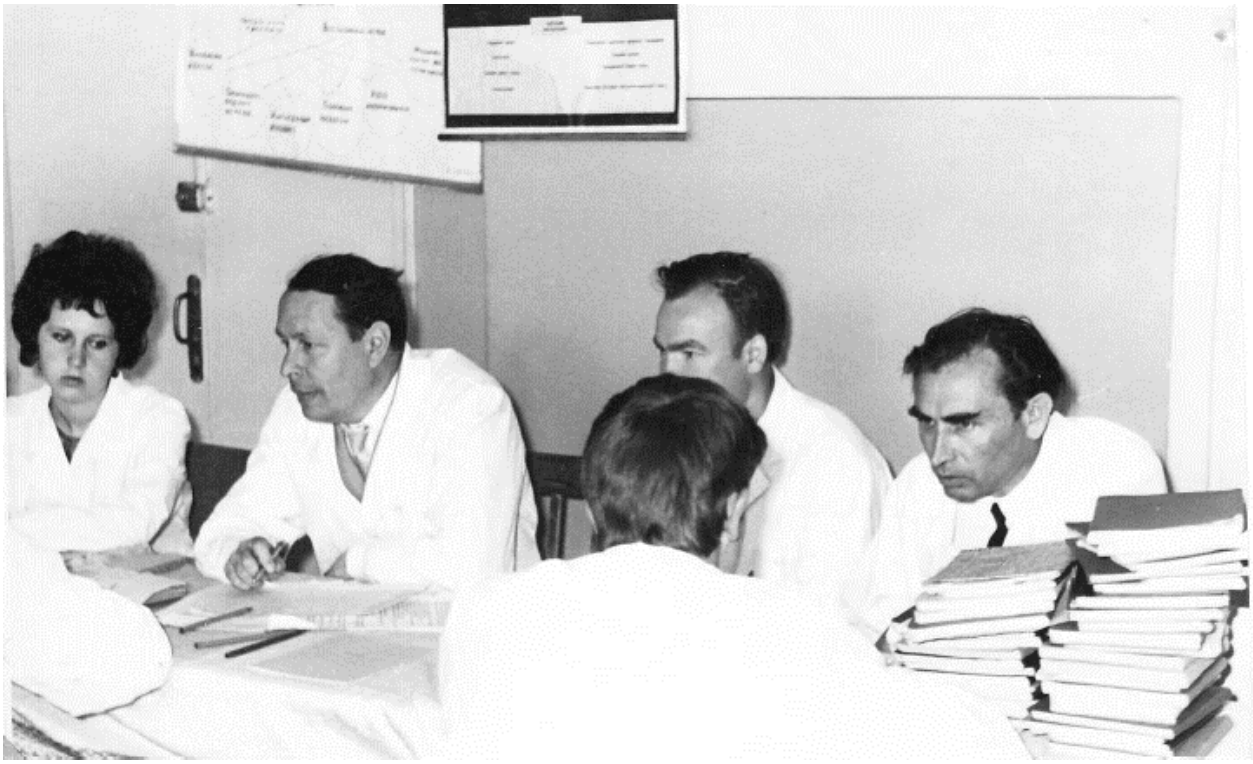
Софронов Ю. Т. и Жмакин И. К. (1971 г.)



Жмакин И. К., Макшанов И. Я. (1971 г.)



Жмакин И. К. (1971 г.)



Экзаменационная сессия (1972 г.)



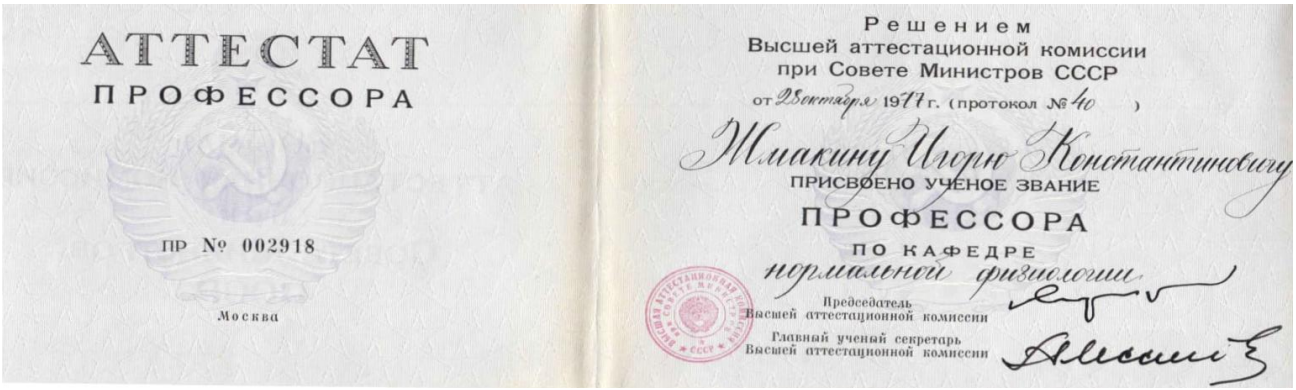
Преподаватели кафедры и студенты (1973 г.)



Обсуждение преподавателями кафедры нормальной физиологии методики преподавания итогового занятия (1977 г.)
Слева направо: доц., к.б.н. Софронов Ю. Т., асс. Супрун К. Е., проф., д.м.н. Жмакин И. К., асс., к.м.н. Сенько Ф. Н., асс. Кириллова О. М., доц., к.м.н. Борисюк М. В.



Заседание научного студенческого кружка кафедры нормальной физиологии (1977 г.)



АТТЕСТАТ
ПРОФЕССОРА

ПР № 002918

Москва

Решением
Высшей аттестационной комиссии
при Совете Министров СССР
от 28 октября 1977 г. (протокол № 40)

Жмакину Игорю Константиновичу
ПРИСВОЕНО УЧЕНОЕ ЗВАНИЕ
ПРОФЕССОРА
ПО КАФЕДРЕ
нормальной физиологии

Председатель
Высшей аттестационной комиссии

Главный ученый секретарь
Высшей аттестационной комиссии



Повышение квалификации в Центральном ордена Ленина институте усовершенствования врачей (1979 г.).
Слева направо: асс. Супрун К. Е., проф. Жмакин И. К.



Жмакин И. К. XIII научная студенческая конференция (1980 г.)



Профессор Жмакин И. К. и студенты 2-го курса 21 группы (1980 г.)



Международное совещание, Каунас (1981 г.)



Профессор Жмакин И. К. проводит заседание физиологического общества (1981 г.)



Профессор Жмакин И. К. (первый слева) среди сотрудников института, награжденных правительственными наградами (1981 г.)



Члены комиссии по государственному экзамену по педиатрии. 4-й справа Жмакин И. К. (1982 г.)



Экзаменационная сессия, 2-й в ряду справа Жмакин И. К. (1982 г.)



Коллектив кафедры нормальной физиологии – победитель социалистического соревнования (1983 г.)
В 1-м ряду (слева направо): к.б.н., доц. Софронов Ю. Т., к.м.н., асс. Сенко Ф. Н., д.м.н., проф. Жмакин И. К., ст. лаб. Шароварова Л.А., к.м.н., доц. Борисюк М.В.
Во 2-м ряду: к.м.н. Кириллова О. М., к.м.н., асс. Павлович Н. В., асс. Супрун К. Е., лаб. Авраменко М. М., препаратор Рапчинская Ц. В.



Профессор Жмакин И. К. выступает с докладом на пленарном заседании VI съезда Белорусского общества физиологов (1983 г.)



Международное совещание экспертов-специалистов социалистических стран по унификации преподавания физиологии в мединститутах и медфакультетах университетов, Прага, Чехословакия (1983 г.)



IV съезд Белорусского физиологического общества им. И. П. Павлова (г. Минск, сентябрь 1984 г.)





Ректор Маслаков Д.А. и профессор Жмакин И. К.



Всесоюзный симпозиум «Система транспорта кислорода» (1985 г.)



Профессор Жмакин И. К. за работой



Профессор Жмакин И. К. на экзамене по гистологии



Профессор Жмакин И. К. читает лекцию



Профессор Жмакин И. К. выступает с докладом (1985 г.)



VII съезд физиологов Беларуси,
первый в нижнем ряду слева Жмакин И. К. (1987 г.)





Участники выездного пленума Проблемной комиссии АМН СССР «Механизмы системной организации физиологических функций» (1989 г.)



Участники выездного пленума на кафедре академик К. В. Судаков, профессор Г. Ф. Коротько, профессор И. К. Жмакин и др. (1989 г.)



Маслаков Д. А., Обухов Г. А., Жмакин И. К., Кондратьев Д. К. (1990 г.)



Коллектив кафедры нормальной физиологии (1998 г.)
В 1-ом ряду - слева направо асс. О. А. Балбатун, асс. Л. В. Дорохина, проф. И. К. Жмакин, зав. каф. Зинчук В. В., ст. лаб. Л. А. Шароварова, во 2-ом ряду - доц. Ю. М. Емельянчик, лаб. О. В. Никитюк, лаб. М. И. Тукина, асс. С. Д. Орехов, ст. преп. И. К. Дремза



Коллектив кафедры нормальной физиологии (1999 г.)



Новый год. Супруги В. А. Жмакина и И. К. Жмакин (1998 г.)



Преемственность поколений. Бывший заведующий кафедрой И. К. Жмакин и заведующий кафедрой В. В. Зинчук (2003 г.)



Коллектив кафедры нормальной физиологии (2003 г.)
Слева направо ст. преп. С. Д. Орехов, асс. Л. В. Дорохина,
асс. Степуро Т. Л., проф. Жмакин И. К., зав. каф. Зинчук В. В.,
доц. Ю. М. Емельянчик, асс. Пальцева Л. И., доц. О. А. Балбатун

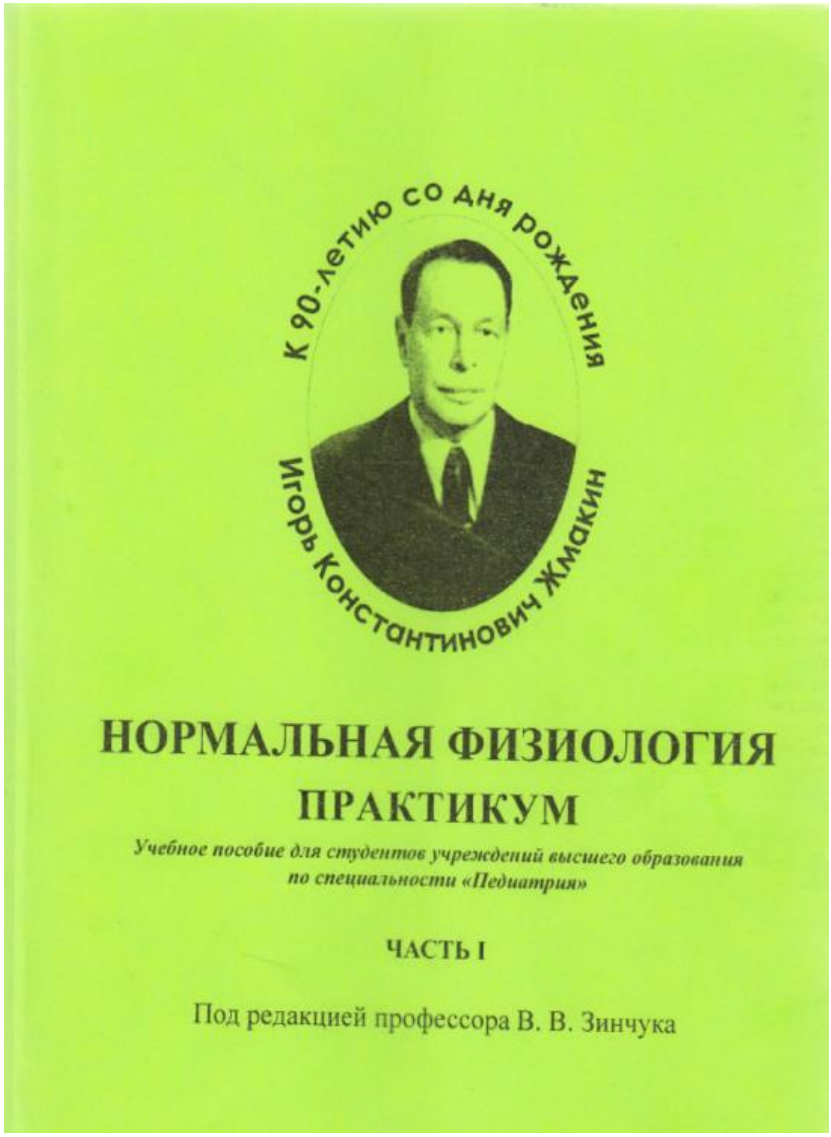




Профессор Жмакин И. К. на пленарном заседании Республиканской научно-практической конференции, посвященной 50-летию кафедры (2009 г.)



Поздравление с 95-летним юбилеем бывшего заведующего кафедрой Жмакина И. К. (2021 г.)



Память на страницах учебных изданий


Учреждение образования
«Гродненский государственный медицинский университет»

ГДМУ

УДОСТОВЕРЕНИЕ
к медали
«ЗА ЗАСЛУГІ»


ГДМУ

УДОСТОВЕРЕНИЕ

Жмакин
фамилия
Игорь
имя
Константинович
отчество

Приказом № 216-к(пр) от 14.09.18 г.

ректора учреждения образования
Гродненского Государственного
Медицинского Университета
награжден (а)
«За заслугі»

Ректор

м.п. / 20 г.


ГДМУ

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕКОВОЙ ЮБИЛЕЙ ЗАВЕДУЮЩЕГО КАФЕДРОЙ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ЖМАКИНА ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА

Зинчук В. В. 3

ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ У СПОРТСМЕНОВ

Акулич Н. В., Малашевич П. Н. 6

ОЖИРЕНИЕ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Аль-Джебур Д. Ш. О., Глуткина Н. В., Подопригора М. В. 9

ВЗАИМОСВЯЗЬ СВОЕВРЕМЕННОЙ РЕАКЦИИ НА СИМПТОМЫ ПАРАЗИТАРНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ИХ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ

Амбрушкевич Ю. Г., Новицкая Н. О. 13

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА, КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА В НОРМЕ И ПРИ АСЕПТИЧЕСКОМ НЕКРОЗЕ

Ануфрик С. С., Жарнова О. А., Быковский Э. А., Крупская Т. К., Жарнова В. В. 16

НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА ЖМАКИНА

Балбатун О. А., Емельянчик Ю. М. 20

ИЗМЕНЕНИЯ УСЛОВНО-НЕГАТИВНОГО ОТКЛОНЕНИЯ У СТУДЕНТОВ С ПОВЫШЕННОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ

Баранова У. О., Гречихо-Мальцева А. А. 23

ОЦЕНКА ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ СМОЛ IN VITRO МЕТОДОМ МТТ-ТЕСТА

Бондарев А. Д., Волков А. В. 26

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭНДОТЕЛИЯ КАК ФАКТОР ПАТОГЕНЕЗА И САНОГЕНЕЗА ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ МИОКАРДА

Бондаренкова О. А., Терехов А. Д., Кулагин К. Н., Халепо О. В. 28

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕНИЙ ЦИРКАДНЫХ РИТМОВ РЕГУЛЯЦИИ АППЕТИТА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕЧЕНИЯ ОЖИРЕНИЯ ИНКРЕТИНОМИМЕТИКАМИ

Быков Ю. В., Беккер Р. А. 31

ИНКРЕТИНОВЫЕ РЕЦЕПТОРЫ ПЕЧЕНИ КАК НЕДООЦЕНЕННАЯ МИШЕНЬ В ТЕРАПИИ ОЖИРЕНИЯ И СТЕАТОГЕПАТИТА

Быков Ю. В., Беккер Р. А. 34

КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФИЗИОЛОГИИ ИНКРЕТИНОВОЙ СИСТЕМЫ МОЗГА

Быков Ю. В., Беккер Р. А. 37

ДИНАМИКА КРИТЕРИЕВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СТОПЫ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РЕЦИДИВИРУЮЩЕЙ ВРОЖДЕННОЙ КОСОЛАПОСТИ У ДЕТЕЙ

Васько О. Н., Ильясевич И. А., Соколовский О. А. 40

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ ЖЕНСКОГО ПОЛА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ КОНСТИТУЦИИ

Власова М. В., Емельянчик Ю. М. 44

ГОРМОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ КРОВИ КАК ИНДИКАТОРЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕЗЕРВА У СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ГРЕБЦОВ-АКАДЕМИСТОВ)

Гаврилова-Максимчик С. О., Пашкевич С. Г. 47

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ЭФФЕКТА БОРА У ПАЦИЕНТОВ НЕОНАТАЛЬНОГО ПЕРИОДА

Гераськин И. В., Дерюгина А. В. 50

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В ПРЕПОДАВАНИИ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ: ОПЫТ КАФЕДРЫ

Гладкий М. Л., Дорохина Л. В., Билецкая Е. С. 51

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В КУРСЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Гладкий М. Л., Дорохина Л. В., Билецкая Е. С. 54

МЕХАНИЗМ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ НАКОПЛЕНИЕМ ЦИСТЕИНИЛГЛИЦИНА В ПЕЧЕНИ И СНИЖЕНИЕМ УРОВНЯ ЦИСТЕИНА В ВИСОЧНОЙ ДОЛЕ МОЗГА

Гладкий М. Л., Заруба В. А. **57**

ХАРАКТЕРИСТИКА СОРБЦИОННОЙ РАНЕВОЙ ПОВЯЗКИ, СОДЕРЖАЩЕЙ СЕРЕБРО И МЕДЬ

Глуткин А. В. **59**

АЛЛОСТАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА И МЕТАБОЛИЗМА ГАЗОТРАНСМИТТЕРОВ В КРОВИ КРЫС ПРИ ВВЕДЕНИИ 3,4-ДИГИДРОКСИ-L-ФЕНИЛАЛАНИНА

Глуткин С. В., Щурко А. С., Болтач М. А. **62**

РЕТРОСПЕКТИВА СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ КАФЕДРЫ И ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Дорохина Л. В., Орехов С. Д., Зинчук В. В., Билецкая Е. С. **65**

ОПЫТ СТУДЕНЧЕСКИХ ИИ-ПРОЕКТОВ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ КАК МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ НОВОГО ТИПА

Дорохов Е. В., Кочукова М. В., Плетнев А. В. **68**

БИОМАРКЕРЫ СТАРЕНИЯ

Дричиц О. А., Юшкевич С. А., Дричиц Ю. Г. **71**

ВИТАМИН-D-СТАТУС И ОСТЕОКАЛЬЦИН КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ ТЯЖЕСТИ АСЕПТИЧЕСКОГО НЕКРОЗА ГОЛОВКИ БЕДРА

Егоров А. А., Бритько А. А., Кархов И. А. **74**

ПОДГОТОВКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Емельянчик Ю. М., Зинчук В. В., Балбатун О. А. **76**

ВЛИЯНИЕ ХРОНОТИПА НА АРТЕРИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ И ВЕГЕТАТИВНУЮ РЕГУЛЯЦИЮ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Жданович Л. Э., Дун Кунь, Орехов С. Д., Балбатун О. А. **79**

ПАТОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТАДИРОВАНИЯ ГЛАУКОМЫ: ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Калиниченко А. В., Качан Т. В. 82

ВЛИЯНИЕ 72-ЧАСОВОГО РАЗНОУРОВНЕВОГО ОБТУРАЦИОННОГО ХОЛЕСТАЗА НА СЕКРЕЦИЮ КИСЛЫХ МУКОПОЛИСАХАРИДОВ БОКАЛОВИДНЫМИ КЛЕТКАМИ ВОРСИН И КРИПТ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫС

Кизюкевич Л. С., Копыцкий А. В., Андреев В. П. Дричиц О. А., Амбрушкевич Ю. Г., Левэ О. И., Кизюкевич И. Л., Жук А. А., Демко В. А., Шидловский А. С. 85

ВЛИЯНИЕ 72-ЧАСОВОГО РАЗНОУРОВНЕВОГО ОБТУРАЦИОННОГО ХОЛЕСТАЗА НА СЕКРЕЦИЮ НЕЙТРАЛЬНЫХ МУКОПОЛИСАХАРИДОВ БОКАЛОВИДНЫМИ КЛЕТКАМИ ВОРСИН И КРИПТ 12-ПЕРСТНОЙ КИШКИ КРЫС

Кизюкевич Л. С., Копыцкий А. В., Андреев В. П. Дричиц О. А., Амбрушкевич Ю. Г., Левэ О. И., Кизюкевич И. Л., Демко В. А., Жук А. А., Шидловский А. С. 88

ВЛИЯНИЕ ОКСИДА АЗОТА И МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА АКТИВНОСТЬ ЛИПОПЕРОКСИДАЦИИ И КАТАЛАЗЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ И В ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

Князева Е. А., Дерюгина А. В., Трофимов Р. Д., Пичугин В. В. 91

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА СПЕЛЕОКЛИМАТОТЕРАПИИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА

Кондратенко М. А., Дорохов Е. В., Горбатенко Н. П., Радченко М. С. 94

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ СТУДЕНТОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА, ЗАНИМАЮЩИХСЯ В ОСНОВНОЙ ГРУППЕ ФИЗКУЛЬТУРЫ И В СПОРТИВНЫХ СЕКЦИЯХ

Косянчук В. В., Орехов С. Д., Балбатун О. А. 97

ГЕНДЕРНЫЕ РАЗЛИЧИЯ ИЗБИРАТЕЛЬНОСТИ ВНИМАНИЯ
У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО
НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

**Котова А. А., Каравайцев А. А., Шейкин И. А.,
Тюнина О. И., Радченко М. С. 100**

ФАКТОР ИНГИБИРОВАНИЯ IF_1 АТФ-СИНТАЗЫ В НОРМЕ И ПРИ
ПАТОЛОГИИ

Леонтюк Е. В. 102

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ОБЩЕГО БЕЛКА КРОВИ ПРИ
БЕСШОВНОМ ЗАКРЫТИИ ПЕРФОРАТИВНОГО ОТВЕРСТИЯ ЯЗВЫ
ЖЕЛУДКА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Макаревич Е. И., Камарец А. М. 104

ОБ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА КАФЕДРЕ
НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Миклашевич О. С., Глуткин С. В., Фираго М. Э. 106

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ
КАТАЛАЗЫ В ГОМОГЕНАТЕ ПЕРИУЛЬЦЕЛЯРНОЙ ЗОНЫ СТЕНКИ
ЖЕЛУДКА ПРИ БЕСШОВНОМ ЗАКРЫТИИ ПЕРФОРАТИВНОГО
ОТВЕРСТИЯ ЯЗВЫ ЖЕЛУДКА

Макаревич Е. И., Жук Я. М. 109

ГОРМОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ
КАК ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПРОФИЛАКТИКИ ПРЕЭКЛАМПСИИ

Миронюк А. О., Смолей Н. А. 111

ДИСФУНКЦИЯ ПЕРИВАСКУЛЯРНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ
И НАКОПЛЕНИЕ МИКРОПЛАСТИКА: ДВА МЕХАНИЗМА
НЕСТАБИЛЬНОСТИ КОРОНАРНОЙ БЛЯШКИ

Мирук И. А. 112

НОВЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЗМА ЗАЩИТНОГО
ДЕЙСТВИЯ АНТИГИПОКСАНТОВ

**Мосин О. А., Степанов Д. В., Евсеев А. В., Сосин Д. В., Евсеева М. А.,
Путенкова Л. Ю. 115**

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕНОТИПОВ RS2073617 ГЕНА TNFRSF11B (OPG) У НАСЕЛЕНИЯ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Обухович А. Р., Иоскевич Н. Н., Ждонец С. В., Антухевич Е. И., Дайнович В. А. **119**

НАРУШЕНИЯ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНОЙ ТРЕВОЖНОСТЬЮ

Окулевич А. А, Шевчук И. А., Орехов С. Д., Дорохина Л. В. **121**

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ВОЗРАСТНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ ГРГМУ

Орехов С. Д., Емельянчик Ю. М. **124**

ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА КАЧЕСТВО СНА СТУДЕНТОВ ВУЗА

Останина С. Д., Крысь В. А., Балбатун О. А., Орехов С. Д. **126**

К ВОПРОСУ О ПАРАКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ТОНУСА СОСУДОВ

Панькова М. Н. **128**

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ВОДОРОД: АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА И МОДУЛЯЦИЯ ВНУТРИКЛЕТОЧНЫХ СИГНАЛЬНЫХ КАСКАДОВ

Рабковская Е. М., Гросс Е. П., Сацута П. П., Ромейко Т. И., Фираго М. Э. **131**

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ СТЕНКИ МАТКИ КРЫС В ДИНАМИКЕ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА

Раткин А. А., Руткевич С. А. **134**

МОДИФИКАЦИЯ РЕФЛЕКТОРНОГО ОТВЕТА МИОМЕТРИЯ КРЫСЫ В УСЛОВИЯХ БЛОКАДЫ БЕТА-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ В РАЗНЫЕ ФАЗЫ ЭСТРАЛЬНОГО ЦИКЛА

Реут П. Г., Руткевич С. А. **137**

ЗНАЧЕНИЕ ГАЗОТРАНСМИТТЕРОВ МОНООКСИДА АЗОТА И СЕРОВОДОРОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ОТКРЫТОУГОЛЬНОЙ ГЛАУКОМЫ

Романчук В. В., Володина А. А. **140**

СУММАРНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МОЗГА ПРИ ДЕЙСТВИИ ВКУСА НА ФОНЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ КОФЕИН-СОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА

Саваневская Е. Н., Лабунова П. Д., Хомич Г. Е. **144**

ГЕНЕРАТИВНЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ВЫСШЕМ БИОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ: ОТ КОНФРОНТАЦИИ К УПРАВЛЯЕМОЙ ИНТЕГРАЦИИ

Сандаков Д. Б. **147**

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОСВЯЗИ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ПИСТОЛЕТА С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ У ЛИЦ ЮНОШЕСКОГО ВОЗРАСТА

Сандракова А. С., Семилетова В. А. **150**

РОЛЬ ЛЕПТИНА И ГРЕЛИНА В НЕЙРОЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА

Сапарбаева К. Х., Сапарбаева Ж. С. **153**

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУР ГЛАЗА ПРИ ВТОРИЧНОЙ ГЛАУКОМЕ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Семак Г. Р., Скачилова М. В. **156**

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ НА КАФЕДРЕ НОРМАЛЬНОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Степуро Т. Л., Зинчук В. В. **159**

СНИЖЕНИЕ КОРТИКАЛЬНОЙ КОГЕРЕНТНОСТИ КАК БИОМАРКЕР АСТЕНИИ И УСТАЛОСТИ: ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧАСТОТНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПАТТЕРНОВ ЭЭГ У СТУДЕНТОК

Степуро Т. Л., Ягело А. А., Панько М. С. **162**

ХРОНИЧЕСКИЙ СТРЕСС: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ И БИОХИМИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Сущевич В. В. **165**

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ АРГИНИНА И ЕГО МЕТИЛИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ КАК БИОМАРКЕРОВ АДАПТАЦИОННОГО ОТВЕТА НА СТРЕСС

Тарасевич А. Р., Сурмач Д. А. **168**

ВЗАИМОСВЯЗЬ ВРЕМЕННЫХ И СПЕКТРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ПОКОЕ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ ПОСЛЕ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У СПОРТСМЕНОВ

Титова Е. М. **171**

ВЛИЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО ВОДОРОДА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЭРИТРОЦИТОВ

Токарев В. А. **174**

САГИТТАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ ПОЗВОНОЧНИКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

Труш Д. С., Кошеленко А. И. **177**

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Фираго М. Э., Миклашевич О. С., Рабковская Е. М. **180**

ВЛИЯНИЕ ДОНОРА СЕРОВОДОРОДА НА АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ПРИ ОСТРОЙ ИШЕМИИ МИОКАРДА У КРЫС

Ходосовский М. Н., Филистович Т. И., Гуляй И. Э. **183**

ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РИТМА СЕРДЦА ПРИ ИЗМЕНЕНИЯХ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА У ЛЮДЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

Хомич Г. Е., Игнатюк А. И., Саваневская Е. Н. **186**

МЕХАНИЗМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ОЗОНА

Чеснулевич М. А., Волошко П. Э., Володина А. А. **189**

ДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТА ЧЕРНОГО ЧАЯ И L-АРГИНИНА НА АКТИВНОСТЬ ГЛАДКИХ МЫШЦ КИШЕЧНИКА ЛАБОРАТОРНОЙ КРЫСЫ

Чжан Исинь, Каравай Т. В., Чумак А. Г. **191**

ИНФОРМИРОВАННОСТЬ О РАДИАЦИОННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ

Якубчик А. А. 195

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ АМНИОТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ МЕТОДАМИ «ONLAY», «INLAY» И «SANDWICH» ПРИ ПОВРЕЖДЕНИЯХ РОГОВИЦЫ

Янковская Е. А., Аплевич В. А. 197

ULTRASOUND-BASED TEACHING OF CARDIAC PHYSIOLOGY TO UNDERGRADUATE MEDICAL STUDENTS

Mazalkova Maria..... 200

CAESAREAN SECTION AS AN ACTUAL PROBLEM IN MODERN OBSTETRICS

Smolei N. A., Perera Mapatunage T., Herath Mudiynaselage V. O., Hewamarabhage K. S. N., Subasingha Arachchge D. N. T. P., Wijekoon Mudiyanselage R. D. W., Jayasinghe Laddu D. C. 202

PREECLAMPSIA: DIAGNOSIS, COMPLICATIONS AND OBSTETRIC MANAGEMENT

Smolei N. A., Karapitiye Patiranage S. N. D., Illangasingha Mudiyanselage D. T. I., Jayalath A. M., Mironuk A. O. 204

CLINICAL MANIFESTATIONS OF ELECTROLYTE DISORDERS IN CHILDREN WITH PAROXYSMAL CONDITIONS

Zenevich O. V., Kodikara Arachchige A. S. U. P, Hamduna Y. K. 206

ЛИТЕРАТУРА, ПОСВЯЩЕННАЯ ЖИЗНИ ПРОФЕССОРА ЖМАКИНА И. К. **..... 208**

ФОТОХРОНИКА ЖИЗНЕННОГО ПУТИ ПРОФЕССОРА ЖМАКИНА ИГОРЯ КОНСТАНТИНОВИЧА **..... 211**

Научное издание

МЕЖВУЗОВСКИЙ НАУЧНЫЙ СИМПОЗИУМ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА И.К. ЖМАКИНА

Сборник статей

22 октября 2026 года

Ответственный за выпуск С. Б. Вольф

Компьютерная верстка Е. П. Курстак, А. А. Хартанович

Подписано в печать 02.11.2026.
Тираж **3 экз**. Заказ **120**.

Издатель и полиграфическое исполнение
учреждение образования
«Гродненский государственный медицинский университет».
ЛП № 02330/445 от 18.12.2013. Ул. Горького, 80, 230009, Гродно.

ISBN 978-985-36-0135-0

