

только у 3% юношей наблюдалась избыточная масса. Дефицит массы зарегистрирован у 3,7% обследованных.

Выявлено, что показатели заболеваемости студентов находятся на среднем уровне – 78,6 случая на 100 обследованных. Число дней нетрудоспособности – 312,6. Средняя длительность одного случая – 4 дня (3,4–4,8).

В структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности наибольший удельный вес имеют болезни органов дыхания (81,3%), на 2-м месте по числу случаев – болезни нервной системы и органов чувств (6,1%), на 3-м – болезни органов пищеварения (2,8%).

Выводы

Проведенные комплексные гигиенические исследования алиментарного статуса студента позволили выявить ряд особенностей их питания, энергетических затрат, состояния здоровья. Установлены несоответствия химического состава рациона студентов их физиологическим потребностям. Полученные данные явились основой для разработки гигиенических рекомендаций, направленных на улучшение их питания и состояния здоровья и работоспособности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блинова, Е. Г. Гигиеническая оценка фактического питания студентов медицинского университета / Е. Г. Блинова, Е. В. Павлова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 6. – С. 40–44.
2. Аминова, О. С. Оценка фактического питания и пищевого статуса студентов / О. С. Аминова, Ю. Е. Уварова, Н. Н. Тятенкова // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2017. – № 1. – С. 66–77.
3. Гигиеническая оценка фактического питания студентов, занимающихся спортом / Г. П. Пешкова, Р. Е. Калинин, В. Д. Прошляков [и др.] // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № S3. – С. 54–55.

УДК 599.323.4+577.175.82+612.82++537.531

В. М. Щемелев¹

Научные руководители: к.б.н. Н. В. Чуешова¹, к.м.н., доцент В.Н. Бортновский²

Государственное научное учреждение

«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»

г. Гомель, Республика Беларусь

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»

г. Гомель, Республика Беларусь

БАЛАНС НЕЙРОМЕДИАТОРОВ В ПРЕФРОНТАЛЬНОЙ КОРЕ МОЛОДЫХ КРЫС ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ДИАПАЗОНА РАДИОЧАСТОТ

Введение

Современные исследования в области нейронаук все чаще подчеркивают влияние экологических факторов на модуляцию нейрохимических процессов, и один из таких факторов – электромагнитное излучение. Активное распространение и внедрение в повседневную жизнь устройств беспроводной передачи данных, которые являются источником электромагнитного поля (ЭМП), привело к значительному повышению электромагнитного фона окружающей среды [1].

Известно, что префронтальная кора (ПФК) играет ключевую роль в интеграции когнитивных и эмоциональных функций и обладает повышенной чувствительностью к внешним воздействиям. Это обусловлено высокой плотностью моноаминовых рецепторов и поздними сроками онтогенетического созревания данной области [2]. Важнейшие

нейромедиаторы ПФК – дофамин и серотонин – не только регулируют исполнительные функции (планирование, самоконтроль), но и участвуют в механизмах нейропластичности, обеспечивая адаптацию к стрессовым воздействиям [3]. Нарушение баланса этих медиаторов ассоциировано с патогенезом расстройств аутистического спектра и синдрома дефицита внимания, что обуславливает необходимость изучения малоисследованных факторов риска, включая электромагнитное излучение [4].

Низкоинтенсивные ЭМП, генерируемые устройствами беспроводной передачи данных, стали неотъемлемым элементом окружающей среды. Тем не менее их кумулятивное влияние на нейрохимические процессы развивающегося мозга остается недостаточно изученным. В отличие от исследований, посвященных гиппокампу и стриатуму [5], работы, направленные на анализ воздействия ЭМП на ПФК, носят единичный характер. В связи с вышесказанным актуальным представляется изучение содержания основных нейромедиаторов в ПФК при хроническом воздействии ЭМП в особенности в ранний наиболее восприимчивый период роста и развития организма.

Цель

Изучение метаболизма биогенных моноаминов в ПФК головного мозга крыс на этапе раннего постнатального развития в условиях хронического воздействия ЭМП устройств беспроводной передачи данных.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены на 16 белых крысах самцах линии Вистар. Все животные были разделены на две группы: 1. Контроль (n=8) – животные, не подвергавшиеся воздействию ЭМП; 2. Wi-Fi (n=8) – животные, подвергавшиеся воздействию ЭМП устройства Wi-Fi. Воздействие ЭМП на организм животных начали с 30-дневного возраста. Выведение из зоны облучения и анализ содержания медиаторов моноаминергических (дофамин – и серотонинергических) систем, их предшественников и метаболитов в ПФК проводили по истечении 7-ми суток воздействия.

Все животные содержались в оптимальных условиях (с обеспечением температурного, светового режима, полноценного питания, защиты от инфекций, шума и других помех окружающей среды) вивария Института радиобиологии НАН Беларуси согласно санитарным правилам норм 2.1.2.12-18-2006 «Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев)».

По окончании воздействия животных подвергали декапитации на фоне глубокого эфирного наркоза, выделяли стриатум с немедленной глубокой заморозкой в жидком азоте. Затем выделенный биологический материал гомогенизировали в 10-кратном объеме 0,2 М раствора хлорной кислоты, содержащей, 40 мг/л $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$, 40 мг/л ЭДТА, 1 мкМ ванилиновой кислоты – внутренний стандарт. Полученную суспензию центрифугировали в течение 15 мин. при +4°C и 12000 g. Полученный супернатант хранили при –80°C для последующей процедуры.

Разделение биогенных аминов и родственных соединений проводили согласно Дорошенко Е. М. и др. (2020) с помощью ион-парной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на оборудовании системы Agilent серии 1100 (USA) с детектированием по флуоресценции [6]. Подвижной фазой являлся буферный раствор, содержащий 12 г/л NaH_2PO_4 , 0,100 г/л гидрата октансульфоната натрия, 0,05 г/л ЭДТА, 61,6 мл/л ацетонитрила, 1,98 мл/л CH_3COOH , профильтрованный через нейлоновый фильтр с размером пор 0,22 мкм. Условия разделения: колонка Boltimate 2,1×150 mm; 2,7- Micron (Agilent Technologies) термостатировалась при 28° С. Скорость потока 0,2 мл/мин. Детектирование: длина волны возбуждения 280 нм, излучения – 340 нм.

Смесь стандартов, используемую для калибровки, обрабатывали как описано выше, и она включала: тирозин (Tyr), 3,4-диоксифенилаланин (DOPA), дофамин (DA), норадреналин (NE), 3,4-диоксифенилуксусную кислоту (DOPAC), триптофан (Trp), 5-окситриптофан (5-HTP), серотонин (5-HT) и 5-оксииндолуксусную кислоту (5-HIAA) в концентрациях 1 мкмоль/л. Идентификация определяемых соединений и количественная обработка хроматограмм проводилась с использованием метода внутреннего стандарта, с помощью программы ChemStation версии B.04.03.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием пакета статистических программ Graph Pad Prism 8.3. Значимость наблюдаемых отличий двух независимых групп по количественному признаку оценивали с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни (Mann-Whitney, U-test). Данные представлены как медиана (Me – 50-й перцентиль), интерквартильный интервал 25–75% (LQ; UQ) и размах min-max. Различия считали статистически значимыми при вероятности ошибки менее 5% ($p < 0,05$).

Результаты исследования и их обсуждение

ПФК, отвечающая за высшие когнитивные функции, такие как рабочая память, принятие решений и контроль импульсов, претерпевает значительные структурные и функциональные изменения в препубертатном периоде (8–12 лет у человека, 35–55 дней у крыс). Этот этап характеризуется активным созреванием нейронных сетей, определяющим последующее подростковое развитие [7].

Анализ экспериментальных данных о содержании биогенных моноаминов и родственных соединений у животных, подвергнутых хроническому воздействию ЭМП от устройства беспроводной передачи данных в течение 7 суток, выявил снижение уровня 3-метокси-4-гидроксифенилгликоля (MHPG) в префронтальной коре (ПФК) на 22,3% по сравнению с контролем. MHPG является основным метаболитом норадреналина (NE) в центральной нервной системе (ЦНС). Его образование происходит в результате каталитического распада NE под действием ферментов катехол-О-метилтрансферазы (КОМТ) и моноаминоксидазы (МАО). Концентрация MHPG в тканях мозга, крови или моче служит маркером активности норадренергической системы, регулирующей внимание, эмоции, стрессовые реакции и когнитивные функции.

Снижение уровня MHPG может быть связано с угнетением активности КОМТ, участвующей в деградации NE. Альтернативным объяснением является гиперэкспрессия транспортеров норадреналина (NET), приводящая к ускоренному удалению NE из синаптической щели. Это, в свою очередь, снижает доступность NE для метаболизма и уменьшает образование MHPG [8].

Развитие мозга зависит от точной регуляции нейрохимических процессов, опосредующих нейронную коммуникацию и формирование цепей. Серотонин (5-HT) – один из ключевых нейромодуляторов, уровень которого в коре головного мозга достигает пика на ранних этапах онтогенеза: в течение двух лет после рождения у человека и в первую постнатальную неделю у грызунов. Дисбаланс 5-HT в ходе развития мозга ассоциирован с повышенным риском расстройств, таких как расстройство аутистического спектра, и длительными поведенческими дефицитами.

У животных, подвергавшихся воздействию ЭМП, в ПФК зафиксировано снижение уровня триптофана (Trp) на 29,4%, промежуточного метаболита 5-гидрокситриптофана (5-HTP) на 33,3% и самого 5-HT на 18,8%. Также отмечено близкое к статистически значимому падение концентрации 5-гидроксииндолуксусной кислоты (5-HIAA) на 20,1%. Эти данные указывают на подавление как синтетических процессов (снижение Trp

и 5-НТР), так и замедление катаболизма 5-НТ (уменьшение 5-Н1АА), что может быть компенсаторной реакцией организма для сохранения уровня нейромедиатора [9].

Выводы

Хроническое воздействие низкоинтенсивного электромагнитного поля устройств беспроводной передачи данных на организм в период его раннего постнатального развития способно влиять на обмен нейромедиаторов в префронтальной коре головного мозга. Наиболее восприимчива к воздействию электромагнитного поля – серотонинергическая система, что может сказаться на когнитивном развитии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Effects of cell phone radiofrequency signal exposure on brain glucose metabolism / N. D. Volkow [et al.] // JAMA. – 2011. – Vol. 305, № 8. – P. 808–813.
2. *Seamans, J. K.* The principal features and mechanisms of dopamine modulation in the prefrontal cortex / J. K. Seamans, C. R. Yang, // Prog. Neurobiol. – 2004. – Vol. 74, № 1. – P. 1–58.
3. *Arnsten, A. F. T.* Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function / A.F.T. Arnsten // Nature Reviews Neuroscience. – 2009. – Vol. 10, № 6. – P. 410–422.
4. *Gamo, N. J.* Molecular modulation of prefrontal cortex: Rational development of treatments for neuropsychiatric disorders / N. J. Gamo, A. F. T. Arnsten // Behav. Neurosci. – 2011. – Vol. 125, № 3. – P. 282–296.
5. *Buchner, K.* Changes of clinically important neurotransmitters under the influence of modulated RF fields—a long-term study under real-life conditions / K. Buchner, H. Eger // Umwelt-Medizin-Gesellschaft. – 2011. – Vol. 24, № 1. – P. 44–57.
6. *Дорошенко, Е. М.* Биогенные моноамины, их предшественники и метаболиты в мозге крыс при экспериментальной недостаточности кровообращения / Е. М. Дорошенко, В. В. Лелевич // Нейрохимия. – 2020. – Т. 37, №. 3. – С. 240–248.
7. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study / J. N. Giedd [et al.] // Nature neuroscience. – 1999. – Vol. 2. – №. 10. – P. 861 – 863.
8. *Ranjbar-Slamloo Y.* Dopamine and noradrenaline in the brain; overlapping or dissociate functions? / Y. Ranjbar-Slamloo, Z. Fazlali //Frontiers in molecular neuroscience. – 2020. – Vol. 12. – P. 334.
9. Serotonin modulates excitatory synapse maturation in the developing prefrontal cortex / R. Ogelman [et al.] // Nature Communications. – 2024. – Vol. 15, № 1. – P. 1–15.

УДК 611.81+ 577.175.82

В. М. Щемелев, С. П. Новицкая

Научный руководитель: к.б.н. Н. В. Чуешова

Государственное научное учреждение

«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»

г. Гомель, Республика Беларусь

БИОГЕННЫЕ МОНОАМИНЫ В ГИПОТАЛАМУСЕ МЫШЕЙ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ (ФРАКЦИОНИРОВАННОМ) ВОЗДЕЙСТВИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Введение

Гипоталамус, являясь ключевым регуляторным центром нейроэндокринной системы, контролирует широкий спектр физиологических процессов – от вегетативных функций до поведенческих реакций [1]. Особую роль в его работе играют биогенные моноамины (дофамин, серотонин, норадреналин), которые выступают не только нейромедиаторами, но и модуляторами синаптической пластичности, влияя на адаптацию организма к стрессовым факторам [2]. Однако их динамика при хроническом воздействии низкодозового ионизирующего излучения (ИИ) остается малоизученной, несмотря на растущую актуальность проблемы в контексте медицинских, профессиональных и экологических рисков [3].

Экспериментальные данные свидетельствуют, что воздействие ионизирующего излучения способно индуцировать окислительный стресс в центральной нервной системе