

у девочек в значимом увеличении и нормализации всех исследуемых индексов у 10-летних девочек по сравнению с 7-летними (ИЦ ($p=0,02$), ИВР ($p=0,03$) и ИАПЦ ($p=0,02$)). А у мальчиков лишь ИАПЦ был значимо ниже у 7-летних и 8-летних детей по сравнению с 10-летними ($p<0,01$), у 9-летних по сравнению с 10-летними мальчиками снижение данного индекса было на уровне тенденции ($p=0,08$).

Выводы

В результате проведенного исследования установлено, что у 7-летних детей, особенно у девочек, отмечается наиболее несовершенный уровень регуляции сердечно-сосудистой системы: высокая активность парасимпатического звена вегетативной нервной системы и преобладание центрального контура регуляции ритма сердца по сравнению с нормой. Такая регуляция связана с напряжением компенсаторных механизмов, может быть причиной срыва адаптации и развитием патологического процесса. По-видимому, это является одной из причин подверженности детей 7-летнего возраста различным заболеваниям по сравнению с более старшими школьниками (10-летними).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алешина, Л. И.* Вариабельность сердечного ритма как показатель адаптации к учебному процессу организма студентов 78 с различным уровнем физической подготовки / Л. И. Алешина, М. Г. Маринина, С. Ю. Федосеева // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2017. – № 4. – С. 50–53.
2. *Баевский, Р. М.* Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 108–127.
3. *Климов, И. А.* Комплексная оценка физического состояния студентов / И. А. Климов, Н. В. Мищенко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Т. 18. – № 1. – С. 17–22.
4. *Негуляев, В. О.* Сравнение результатов оценки вариабельности сердечного ритма по данным регистрации ЭКГ и артериального давления / В. О. Негуляев, А. С. Боровик, Е. В. Лукошкова, О. С. Тарасова, О. Л. Виноградова // Физиология человека. – 2018. – Том. 44. – № 3. – С. 82–89.
5. *Федотова, Г. Г.* Оценка функционального состояния организма студентов на основе анализа вариабельности сердечного ритма / Г. Г. Федотова, Г. В. Пожарова, М. А. Гераськина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 23–28.

УДК: 615.849.1:612.3

Е. М. Белоус, О. С. Логвинович

Учреждение образования

«Гомельский государственный медицинский университет»,

г. Гомель, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА

Введение

В последние десятилетия наблюдается значительное увеличение уровня электромагнитного излучения (ЭМИ) в окружающей среде, что вызывает обеспокоенность по поводу его влияния на здоровье человека. Длительное воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) на живые организмы способно выступать стрессогенным фактором, вызывая изменения в метаболических процессах. Эти сдвиги могут играть двойственную роль: с одной стороны, они могут способствовать повышению общей адаптационной способности организма, помогая ему адаптироваться к неблагоприятным условиям

среды. С другой стороны, при избыточной нагрузке или длительном хроническом воздействии, такие изменения могут становиться патологическими, повышая риск развития различных заболеваний и функциональных нарушений.

Кишечник человека играет ключевую роль в поддержании общего состояния здоровья, так как он отвечает за пищеварение, всасывание питательных веществ и поддержание иммунитета. Кроме того, микробиота кишечника является одним из важнейших факторов, влияющих на иммунологические, эндокринные и нейронные процессы. Большая часть исследований [1, 2] сконцентрирована на изучении воздействия ЭМИ на головной мозг, репродуктивные органы и сердечно-сосудистую систему, тогда как кишечник остается менее изученной областью. Однако, потенциальные изменения в работе кишечника и его микробиоме под воздействием ЭМИ могут иметь далеко идущие последствия для здоровья человека. Согласно статистическим данным ВОЗ (европейский портал информации здравоохранения) число людей в мире с заболеваниями желудочно-кишечного тракта составляет 50–60%, а в больших городах достигает уровня 90%. Интерпретация подобных данных и поиск причин требуют дополнительных исследований всех возможных факторов риска, включая воздействие ЭМИ.

Цель

Проанализировать научную информацию о влиянии электромагнитного облучения на функционирование тонкого кишечника.

Материалы и методы исследования

Были проанализированы и использованы источники литературы из библиографических баз данных PubMed и e.Library.

Результаты исследования и их обсуждение

Электромагнитное излучение (ЭМИ) стало неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Живые объекты постоянно находятся под воздействием различных форм ЭМИ, начиная от естественных источников, таких как солнечный свет, и заканчивая искусственными, такими как мобильные телефоны, Wi-Fi и радиопередатчики. Неионизирующее электромагнитное излучение охватывает широкий диапазон волн, включая радиоволны, микроволны, инфракрасное излучение и видимый свет. В отличие от ионизирующего излучения, оно не имеет достаточной энергии для ионизации атомов и молекул. Однако, длительное или интенсивное воздействие может приводить к различным биохимическим и физиологическим изменениям.

Согласно литературным данным, электромагнитное излучение (ЭМИ) оказывает значительное влияние на головной мозг, репродуктивные органы и сердечно-сосудистую систему. Есть некоторые исследования, указывающие на влияние ЭМИ на кишечный микробиом. Снижение содержания полезной микрофлоры и увеличение количества условно-патогенных микроорганизмов, например, *Escherichia coli*, может вызывать воспалительные процессы в кишечнике, приводящие к повышению риска развития воспалительных заболеваний кишечника и синдрома раздраженного кишечника. Авторы подобного рода исследований связывают возникновение патологии с образованием активных форм кислорода (АФК) и возникновением окислительного стресса. Так, показано, что в головном мозге АФК вызывают воспалительные процессы, нарушения функционирования нейронов, что повышает риск развития нейродегенеративных заболеваний (болезнь Альцгеймера и Паркинсона) [1–3].

Считается, что главным источником образования АФК являются митохондрии. Под воздействием ЭМИ митохондриальная функция может нарушаться, что приведет к энергодефициту и активации путей клеточной гибели (апоптоз или некроз). Клетки слизистой оболочки тонкого кишечника выполняют ряд энергозависимых функций, поэтому содержат большое количество митохондрий и могут быть чувствительны к стрессовым воздействиям, в том числе и к ЭМИ. Для оценки энергообеспечения тканей широко используется полярографический метод. Его применяют для изучения скорости поглощения кислорода тканями органов.

С использованием данного метода ранее было показано снижение эффективности тканевого дыхания фрагментов ткани тонкого кишечника и других тканей с аэробным типом метаболизма (сердце, мышечная ткань) после воздействия ионизирующего облучения [4, 5]. Возможно, хроническое воздействие ЭМИ на организм человека также будет способствовать разобщению окислительного фосфорилирования, снижению уровня тканевого дыхания, способствуя при этом развитию низкоэнергетических состояний. Исследование процессов тканевого дыхания клеток слизистой оболочки тонкого кишечника перспективно для понимания механизмов, возникающей патологии желудочно-кишечного тракта.

Выводы

Влияние электромагнитного излучения на функционирование тонкого кишечника представляет собой важную область исследования, учитывая растущую распространенность технологий, излучающих электромагнитные волны. Исследования показывают, что длительное воздействие электромагнитного излучения может оказывать негативное влияние на клеточные процессы, способствуя развитию окислительного стресса. Окислительный стресс способен привести к нарушению барьерной функции тонкого кишечника, изменению микробиоты и развитию воспалительных процессов. Необходимо продолжать изучение воздействия электромагнитного излучения на здоровье тонкого кишечника, чтобы разработать рекомендации по минимизации потенциальных рисков и защиты здоровья человека в условиях современного технологического прогресса. Возможно, необходимо разрабатывать стандарты безопасности ЭМИ или дополнительные технологии экранирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Review: Electromagnetic Radiation Effects on The Human Tissues. /J. A. Yousif, D. H. Al-Asadi, S. D. Al-Rubaiay // *NeuroQuantology*. – 2022. – Vol. 20, №10. – P. 8130–8146.
2. Шемелев, В. М. Содержание дофамина, его предшественников и метаболитов в структурах головного мозга при хроническом воздействии низкоинтенсивного электромагнитного поля / В. М. Шемелев, Н. В. Чуешова // *Радиобиология и экологическая безопасность* – 2024: сб. науч. статей по материалам междунар. науч. конференции (Гомель, 30–31 мая 2024 г.): Ин-т радиобиологии НАН Беларуси. – Минск: ИВЦ Минфина, 2024. – С. 271–274.
3. Lai, H. Cellular and molecular effects of non-ionizing electromagnetic fields / H. Lai, B. B. Levitt // *Reviews on Environmental Health* – 2424. – Vol 39, № 3, – P. 519–529.
4. Белоус, Е. М. Энергетический метаболизм энтероцитов / Е. М. Белоус // *Современные достижения химико-биологических наук в профилактической и клинической медицине: сборник научных трудов 5-й Международной конференции, посвященной 155-летию со дня рождения профессора Е. С. Лондона, Санкт-Петербург, 05–06 декабря 2024 года*. – Санкт-Петербург: Северо-Западный государственный медицинский университет имени И. И. Мечникова, 2024. – С. 152–155.
5. Белоус, Е. М. Изучение дыхательной активности ткани тонкого кишечника при влиянии внутреннего облучения / Е. М. Белоус, Н. С. Мышкова, О. С. Логвинович [и др.] // *Биохимия и молекулярная биология*. – 2024. – Т. 3, № S1(4). – С. 16–17.