

масса тела у студентов может быть связана с большими перерывами между приемами пищи, стресс, недосып, усталость. Избыточная масса тела является следствием вредных пищевых привычек, переедание особенно на ночь, сидячий образ жизни, недостаточность физической нагрузки.

Неотъемлемой частью хорошего самочувствия и здоровья студентов является физическая нагрузка, из-за которой режим питания и рацион претерпевает некоторые изменения [3]. У 59 % студентов медицинского университета физическая нагрузка присутствует 2–3 раза в неделю, у 33 % отсутствует, у 8 % она имеется более 3 раз в неделю. У 65 % студентов других вузов нагрузка 2–3 раза в неделю, у 22 % отсутствует, 13 % занимаются более 3 раз в неделю.

Выводы

Таким образом, режим питания как студентов-медиков, так и студентов других университетов не является рациональным и характеризуется наличием вредных перекусов, нарушением кратности приема пищи, интервалами между приемами и постоянством во времени приема пищи. Разнообразные нарушения питания особо остро проявляются именно в студенческие годы. Этому способствуют трудности соблюдения регулярного питания в периоды повышающейся учебной нагрузки, дефицит времени, а также в частых случаях нестабильность материального обеспечения.

Нерациональный режим питания в дальнейшем может привести к снижению усвоения продуктов питания, нарушению процессов пищеварения и возникновению заболеваний ЖКТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Дата доступа: 17.03.2022.
2. Режим питания и творческая отдача студентов-программистов / О. В. Косенко [и др.] // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов : матер. VIII Всерос. науч.-практ. конф., Махачкала, 23–24 октября 2018 г. Махачкала: Дагестанский государственный технический университет, 2018. С. 63–65.
3. Глухих, М. В. Гигиеническая оценка режима питания студентов-медиков / М. В. Глухих, А. Я. Перевалов // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения : матер. Всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с междунар. участием, Пермь, 08–12 октября 2018 года / под ред. А. Ю. Поповой, Н. В. Зайцевой. Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2018. С. 103–106.

УДК 611.018+614.875+599.323.4

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ УСТРОЙСТВА WI-FI НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕМОПОЭТИЧЕСКИХ КЛЕТОК

Шурова Е. А.¹, Чуешова Е. С.²

Научные руководители: к.б.н. Н. В. Чуешова; к.б.н., В. Б. Масыкин

**¹Государственное научное учреждение
«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»,**

**²Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь**

Введение

Широкое использование коммуникационных беспроводных устройств, таких как Wireless Fidelity (Wi-Fi) поставило перед научным сообществом новые задачи. Беспроводная сеть (Wi-Fi) включает в себя связь между точкой доступа и многими персональными устройствами — компьютеры, принтеры, игровые устройства, и является источником низкоинтенсивных электромагнитных полей. Популярность и распространенность портативных устройств, работающих на частоте 2,45 ГГц, стремительно растет, что вызывает озабоченность о воз-

можном вредном воздействии данного вида излучения на организм [1–3]. С точки зрения рисков для здоровья, имеется мало данных о влиянии этого типа сигнала, и основная проблема сосредоточена на длительном его воздействии.

Основываясь на знании о высокой чувствительности стволовых клеток к влиянию различных стресс-факторов, например, воздействию ионизирующего излучения, представляется актуальным изучение влияния электромагнитного поля (ЭМП) устройств Wi-Fi на морфофункциональное состояние клеток костного мозга — гемопоэтические стволовые клетки (ГСК) — клеток, обладающих высоким пролиферативным потенциалом и способностью дифференцироваться *in vitro* в различные типы клеточных линий

Цель

Экспериментальная оценка морфофункционального состояния гемопоэтических стволовых клеток в условиях хронического воздействия электромагнитного поля устройства Wi-Fi (2,45 ГГц) на организм крыс-самцов различных возрастных групп.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены на 30 белых крысах-самцах линии Вистар в возрасте 50–52 сут и массой $160,14 \pm 1,44$ г на начало эксперимента. Все животные были разделены на две группы ($n = 8$): 1. Контроль; 2. Wi-Fi — животные, подвергнутые воздействию ЭМП устройства Wi-Fi до 3-х и 6-месячного возраста.

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)».

Источником ЭМП являлся маршрутизатор Netis WF2780. Облучение проводилось на частоте 2,45 ГГц, 24 час/день. Расстояние от источника излучения (роутер) до клетки составляло 20 см. Роутер размещался в центральной части рабочей зоны (1,2×0,8 м), в которой находилось 4 пластиковые клетки с животными. Во время облучения осуществлялся дистанционный контроль наличия электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ) в клетке измерялась прибором ПЗ-41 и находилась в пределах 0,01–1,56 мкВт/см².

Тканевым источником ГСК являлся красный костный мозг, полученный путем вымывания содержимого бедренной кости (после удаления эпифизов) физиологическим раствором, содержащим 10% сыворотку крупного рогатого скота (BioloT, РФ). Полученную клеточную взвесь центрифугировали на градиенте плотности Histopaque-1077 (плотность 1,077 г/мл) при комнатной температуре в течение 30 минут при 600 g, в результате чего получали кольцо мононуклеарных клеток — мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки, а осадком являлись ГСК.

Проводили анализ клеточного цикла [4], апоптотической активности (н-р ANNEXIN-V-FITC, Invitrogen), микроядерный тест [5], а также анализ на наличие одно- и двунитевых разрывов ДНК адаптированным методом, используемым для анализа структуры хроматина в сперматозоидах по D. P. Evenson (Sperm chromatin structure assay, 2016).

Детекцию и анализ вышеперечисленных показателей морфофункциональной активности ММСК проводили на проточном цитофлуориметре Cytomics FC 500 (Beckman Coulter, США), укомплектованным аргонно-ионным лазером с длиной волны 488 нм.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием электронных таблиц «Microsoft Office Excel 2016» и пакета статистических программ «Graph Pad Prism 8.3». Значимость наблюдаемых отличий двух независимых групп по количественному признаку оценивали с помощью непара-

метрического 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

Несмотря на множество инструментальных методов оценки морфофункционального состояния клеток, ДНК-проточная цитофлуориметрия обеспечивает относительно простой метод мониторинга состояния как популяции клеток, так и каждой клетки в отдельности путем последовательного анализа большого числа образцов.

Использование PI и Annexin-V-Fitc позволяет проводить оценку не только жизнеспособности клеток, но и фиксировать стадии гибели клеток путем апоптоза, основываясь на выявлении изменений архитектоники мембраны клеток, в результате чего получаем четыре популяции клеток: живые клетки — An-V-PI⁻; клетки на ранней стадии апоптоза — An-V⁺PI⁻; поздняя стадия апоптоза и частично некротирующие клетки — An-V⁺PI⁺, и некротические клетки — An-V-PI⁺.

Анализ медиан выживаемости популяций ГСК, выделенных из бедренной кости крыс-самцов, подвергнутых воздействию ЭМП Wi-Fi в период их раннего постнатального развития и до стадии взросления, не показал значительных отклонений от контрольных показателей жизнеспособности. Тем не менее, у экспериментальной группы животных в возрасте 3 месяца установлена повышенная устойчивость ГСК к воздействию, на что указывает статистически значимое сохранение их жизнеспособности, которое приближено к контрольному значению ($p = 0,04$), при снижении доли клеток, находящихся на стадиях раннего и позднего апоптоза. Выявленная тенденция наблюдалась и у 6-ти месячных животных.

Тест на наличие микроядер в клетках является универсальным маркером нарушения клеточного деления или фрагментации ядра во время апоптоза. Сравнивая медианы значений частоты микроядер в ГСК обнаружено их повышение, а именно, у 3-месячных животных данный показатель составил в контроле 0,10 (0,10; 0,10) против 0,20 (0,10; 0,68), а у 6-месячных, соответственно, 0,20 (0,10; 0,43) против 0,30 (0,20; 0,40), но выявленные изменения не носили статистически значимого характера.

Известно, что деление и созревание клеток, а также апоптоз сопровождаются многочисленными разрывами нитей ДНК под воздействием эндонуклеаз, поэтому изучение хроматина клеток является показателем, отражающим состояние наследственного аппарата. Следует отметить, что нами обнаружено статистически значимое увеличение доли фрагментированной ДНК в ГСК у 6-месячных животных, что соответствовало в группе контроля 6,05 (5,25; 6,80), а у облученных животных — 7,60 (6,60; 8,05) при $p = 0,01$, тогда как у молодых животных данный показатель повышен более чем в 2 раза, но имел статистической значимости.

Использование проточной цитометрии позволяет обнаруживать клетки, находящиеся в G1/G0 (пресинтетическая фаза / стадия покоя), S (синтетическая фаза), G2/M (постсинтетическая фаза / митоз) фазах клеточного цикла, а расчет индекса пролиферации (ПИ) позволяет судить о степени дифференциальной активности популяции: $PI = ((S + G2/M)/(S + G1/G0 + G2/M)) \times 100 \%$ [2] (таблица 1).

При изучении клеточного цикла костномозговых ГСК установлено статистически значимое увеличение количества клеток, находящихся в G2/M-фазе — 33,8 % ($p = 0,01$) у 3-месячных животных, а у более взрослых животных отмечено повышение доли клеток, находящихся в S-фазе — на 33,5 % ($p = 0,03$). Сравнение ИП ГСК статистически достоверной разницы между контрольным значением и таковым при облучении не выявило, но отмечена тенденция в его увеличении.

Таблица 1 — Пролиферативный индекс и распределение клеток костного мозга по стадиям клеточного цикла при хроническом влиянии ЭМИ Wi-Fi на организм крыс-самцов в возрасте 3 и 6 месяцев

Группы животных	Стадии клеточной гибели			
	G1/G0, %	S, %	G2/M, %	ИП
3 месяца				
Контроль	78,95 (77,67;80,26)	9,87 (5,41;12,61)	11,32 (10,03;13,40)	21,06 (19,75;22,33)
Wi-Fi	78,09 (73,85;81,97)	4,18 (3,08;11,68)	15,15 (12,72;15,84)*	21,92 (18,04;26,15)
6 месяцев				
Контроль	86,87 (84,59;87,56)	2,84 (2,51;3,42)	11,38 (11,21;13,22)	14,24 (13,69;16,22)
Wi-Fi	84,93 (84,03;85,16)	3,79 (3,42;7,18)*	12,22 (9,34;13,13)	16,14 (15,70;16,86)

Выводы

Таким образом, полученные данные указывают на то, что хроническое воздействие ЭМП устройств Wi-Fi (2,45 ГГц, ППЭ = 0,01–1,56 мкВт/см², 24 ч/день) способно вызывать изменения морфофункционального состояния гемопоэтических стволовых клеток. При установленной высокой жизнеспособности ГСК к воздействующему фактору, получены данные указывающие на снижение качества клеток, что подтверждается увеличением частоты микроядер и наличием фрагментированной ДНК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue / S. Dasdag [et al.] // International journal of radiation biology. 2015. Vol. 91, № 7. P. 555–561.
2. Effects of low-intensity electromagnetic fields on the proliferation and differentiation of cultured mouse bone marrow stromal cells / C. Zhong [et al.] // Phys. Ther. 2012. Vol. 92, № 9. P. 1208–1219.
3. Grigoriev, Y. Methodology of Standards Development for EMF RF in Russia and by International Commissions: Distinctions in Approaches / Y. Grigoriev // Dosimetry in Bioelectromagnetics. Edited by Marko Markov. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Frankis Group, 2017. P. 315–337.
4. Протоочная цитометрия в медицине и биологии / А. В. Зурочка [и др.]. 2-е изд. доп. и расшир. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2014. 576 с.
5. In vitro micronucleus assay scored by flow cytometry provides a comprehensive evaluation of cytogenetic damage and cytotoxicity / S. M. Bryce [et al.] // Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 2007. Vol. 630, № 1–2. P. 78–91.

УДК 502.51(282.02):613(476.2)

ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНЕ ПОЛИГОНОВ НЕТОКСИЧНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Ятина А. Я.

Научный руководитель: к.м.н., доцент А. П. Мамчиц

Учреждение образования
«Гомельский государственный медицинский университет»
г. Гомель, Республика Беларусь

Введение

Государственная политика Республики Беларусь в области охраны окружающей среды в соответствии с Конституцией Республики Беларусь направлена на обеспечение прав граждан на благоприятную окружающую среду как основного условия устойчивого социального и экономического развития страны. К приоритетным проблемам и экологическим угрозам, влияющим на качественное состояние и ресурсы подземных вод в Республике Беларусь, в настоящий период времени необходимо отнести загрязнение подземных вод в зонах воздействия полигонов производственных и коммунальных отходов. Наибольшее количество в структуре объектов локального мониторинга подземных вод