

Добавление янтарной кислоты в пищу мышам после облучения с ортотопически привитой опухолью АКЭ в дозе 200 мг/кг оказывает положительное влияние на организм животных: значительно ингибирует и подавляет рост АКЭ, стимулирует восстановительные процессы, отмечается тенденция к снижению темпа роста опухоли и увеличивает продолжительность жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tokalov, S. V. Radiation-induced cell cycle arrests in Ehrlich ascites carcinoma cells in vivo/ S. V. Tokalov, A. S. Iagunov // Radiation and Environmental Biophysics. 2020. Vol. 50, P. 265–270.
2. Рыжова, Н. И. Значение модели аденокарциномы Эрлиха в изучении механизмов канцерогенеза, противоопухолевой активности химических и физических факторов / Н. И. Рыжова, В. П. Дерягина, Л. А. Савлушинская // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 4. С. 220–227.
3. Методы создания ортотопических моделей рака пищевода и их применение в доклинических исследованиях / О. И. Кит [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 2. С. 53–64.
4. Янтарь, янтарная кислота, сукцинаты (монография) / И. С. Чекман [и др.]. Харьков: ТОВ «Планета-принт», 2017. 107 с.

**УДК 577.175.82+538.56+599.323.4**

### **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ УСТРОЙСТВА WI-FI (2,45 ГГц) НА ДОФАМИНЕРГИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ГОЛОВНОГО МОЗГА КРЫС**

**Щемелев В. М.<sup>1</sup>, Чуешова Е. С.<sup>2</sup>, Майорчик А. А.<sup>2</sup>**

**Научные руководители: к.б.н. Н. В. Чуешова;  
старший преподаватель К. А. Кидун**

**<sup>1</sup>Государственное научное учреждение  
«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»,  
<sup>2</sup>Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»  
г. Гомель, Республика Беларусь**

#### **Введение**

Развитие систем подвижной сотовой связи привело к увеличению электромагнитной нагрузки на организм человека и животных.

В последние десятилетия интенсивно изучались биологические эффекты при воздействии на организм источников низкоинтенсивного электромагнитного поля радиочастот (ЭМП РЧ). Основной вклад в увеличение уровней ЭМ фона вносят радиотехнические объекты, в частности, системы телекоммуникаций подвижной связи, к которым относятся источники электромагнитного излучения (ЭМИ) радиочастотного и микроволнового диапазонов 30–300 ГГц — это передатчики беспроводной связи (телевизионные и радиостанции, спутниковая связь, навигационные системы, локационные системы, беспроводной интернет — Wi-Fi), СВЧ-источники и т. д. [1]. В настоящее время проведено большое количество исследований, посвященных нейробиологическим эффектам при влиянии ЭМП, включая метаболизм и транспорт нейромедиаторов [2]. Было показано, что микроволновое излучение может вызывать эффекты в центральной нервной системе, в том числе головные боли, потерю памяти, расстройство режимов сна и бодрствования, повышенную нервность, снижение познавательной активности, когнитивные расстройства и нейрогенез как у людей, так и у животных [3–4]. В связи с чем, актуальным является изучение моноаминергической системы мозга как фактора, играющего решающую роль в качестве посредников синаптической передачи, а также в когнитивном и эмоциональном поведении [5].

#### **Цель**

Оценить содержание дофамина и его предшественников в различных структурах головного мозга крыс при длительном воздействии электромагнитного поля устройства Wi-Fi.

### **Материал и методы исследования**

Исследования выполнены на 16 самцах крыс линии Вистар в возрасте 50–52 сут и массой на начало эксперимента  $160,14 \pm 1,44$  г. Животные были разделены на контрольную и опытную группу по 8 крыс в каждой. Животные опытной группы были подвергнуты воздействию ЭМП устройства Wi-Fi до достижения ими 6-месячного возраста.

Животные содержались в оптимальных условиях вивария Института радиобиологии НАН Беларуси (с обеспечением температурного, светового режима, полноценного питания, защиты от инфекций, шума и других помех окружающей среды), 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 круглосуточно на частоте 2,45 ГГц, с контролем электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии (ППЭ) в клетке измерялась прибором ПЗ-41 и находилась в пределах  $0,01–1,56$  мкВт/см<sup>2</sup>. Расстояние от источника излучения (роутер) до клетки составляло 20 см.

По окончании эксперимента крыс декапитировали, извлекали большие полушария, стриатум, гипоталамус и ствол мозга с последующей глубокой заморозкой в жидком азоте. Затем выделенный биологический материал гомогенизировали, центрифугировали, отбирали супернатант. Разделение дофамина и его предшественников проводили с помощью ион-парной высокоэффективной жидкостной хроматографии на оборудовании системы Agilent серии 1100 с детектированием по флуоресценции.

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием электронных таблиц «Microsoft Office Excel 2016» и пакета статистических программ «Graph Pad Prism 8.3». Две независимые группы сравнивались с помощью U-критерия Манна — Уитни. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Известно, что моноаминергическая система у позвоночных осуществляет регуляцию нейроэндокринных, репродуктивных, пищеварительных и поведенческих функций. Одной из важнейших систем головного мозга является — дофаминергическая система.

Дофаминергическая система регулирует функции экстрапирамидной системы, задействована в процессах контроля мышления и регуляции эмоциональных реакций, участвуют в механизмах подкрепления и в формировании и хранении памятного следа, контролирует систему эндокринных желез (регуляция секреции пролактина и меланоцитсинтезирующего гормона).

Синтез дофамина инициируется тирозингидроксилазой, в результате чего тирозин преобразуется в 3,4-дигидроксифенилаланин (ДОФА), и затем декарбокксилируется с образованием дофамина. Было установлено что длительное воздействие ЭМИ Wi-Fi приводит к изменению содержания тирозина и его метаболитов в различных участках головного мозга крыс. Так, в опытной группе отмечалось снижение уровня тирозина в больших полушариях на 19,1 % ( $p = 0,05$ ), в стриатуме — на 12,1 % ( $p = 0,06$ ), а в гипоталамусе — на 12,8 % ( $p = 0,01$ ), соответственно при сравнении с контрольной группой животных.

Изменение содержания метаболитов тирозина — диоксифенилаланина и дофамина у крыс-самцов, подвергнутых воздействию ЭМП, обнаружено только в лобной доле больших полушарий. Уровень ДОФА увеличился практически в 2 раза ( $0,23 (0,22; 0,36)$  нмоль/г ткани — у животных контрольной группы,  $0,45 (0,39; 0,56)$  нмоль/г ткани — опытной группы,  $p = 0,03$ ). Концентрация дофамина увеличилась с  $1,23 (1,03; 1,49)$  нмоль/г ткани (контрольная группа) до  $4,60 (3,30;$

4,98) нмоль/г ткани у животных опытной группы, данные статистически значимы,  $p = 0,02$ . В других отделах головного мозга статистически значимых изменений выявлено не было.

В дофаминэргической системе мозга различают семь отдельных подсистем, основные из них нигростриатная, мезокортикальная и мезолимбическая [5]. Мезокортикальный путь отвечает за осуществление когнитивных процессов, а также связанные с мотивацией и эмоциями. Согласно литературным данным, дофаминэргическая система связана с познанием, мотивацией, формированием чувства повышенного настроения, эффекта вознаграждения, и, повышение установленное нами повышение уровня дофамина в коре больших полушарий может повлиять на познание, мотивацию, формирование чувства повышенного настроения, эффекта вознаграждения, а также может способствовать повышенной уязвимости к стрессу, агрессивному поведению и формированию зависимостей (злоупотреблению наркотиками), и с развитием ряда психических заболеваний, таких как шизофрения и биполярные расстройства [6].

#### **Выводы**

Хроническое воздействие ЭМП устройства Wi-Fi вызывает изменения уровня дофамина и его предшественников в больших полушариях головного мозга. Увеличение концентрации дофамина и диоксифенилаланина в больших полушариях сопровождается снижением исходного предшественника (тирозина) в гипоталамусе, стриатуме и больших полушариях.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Маслов, М. Ю. Современные проблемы электромагнитной экологии / М. Ю. Маслов, Ю. М. Сподобаев, М. Ю. Сподобаев // Электросвязь. 2014. № 10. С. 39–42.
2. Possible effects of radiofrequency electromagnetic field exposure on central nerve system / Ju Hwan Kim [et al.] // Biomol Ther. 2019. Vol. 27, № 3. P. 265–275.
3. Hossmann, K. A. Effects of electromagnetic radiation of mobile phones on the central nervous system / K. A. Hossmann, D. M. Hermann // Bioelectromagnetics. 2002. Vol. 24. P. 49–62.
4. Влияние электромагнитного излучения от сотовых телефонов на здоровье детей и подростков (Обзор литературы) / Н. В. Семенова [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2016. № 6–4. С. 701–705.
5. Дофаминэргическая система мозга / О. И. Колотилова [и др.] // Вестник Брянского государственного университета БГУ. 2014. № 4. С. 97–106.
6. Ashby, F. G. Differential effects of dopamine-directed treatments on cognition / F. G. Ashby, V. Valentin, S. von Meer // Neuropsychiatric Disease and Treatment. 2015. № 11. P. 1859–1875.

**УДК 612.112+614.875+599.323.4**

### **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ УСТРОЙСТВА WI-FI НА МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЛЕЙКОЦИТОВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ**

**Щурова Е. А.<sup>1</sup>, Лашкевич Е. В.<sup>2</sup>, Лосева М. Н.<sup>2</sup>**

**Научные руководители: к.б.н. Н. В. Чуешова<sup>1</sup>;  
старший преподаватель К. А. Кидун<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Государственное научное учреждение**

**«Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси»,**

**<sup>2</sup>Учреждение образования**

**«Гомельский государственный медицинский университет»**

**г. Гомель, Республика Беларусь**

#### **Введение**

За последние 30 лет научным сообществом проведено немало экспериментов по изучению эффектов электромагнитного излучения (ЭМИ) на биологические системы [1]. Зачастую результаты этих исследований противоречивы и требуют дополнительного изучения. В частности, интересным объектом для