

ИНГА СИХАРУЛИДЗЕ, ЦИУРИ СУМБАДЗЕ, МТВАРИСА КОРДЗАЯ
ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДИАПАЗОНА НА ПЕЧЕНЬ КРЫС

Тбилисский Государственный университет им. Ив. Джавахишвили,
Институт экспериментальной морфологии им. Ал. Натишвили, Тбилиси, Грузия

INGA SIKHARULIDZE, TSIURI SUMBADZE, MTVARISA KORDZAI
**INFLUENCE OF RADIOFREQUENCY ELECTROMAGNETIC FIELD RADIATION
ON THE LIVER OF RATS**

Iv. Javakhishvili State University, Al. Natishvily Institute of Experimental Morphology,
Tbilisi, Georgia

SUMMARY

The modern development of civilization cannot be imagined without the constantly growing number of many devices that emit electromagnetic waves. Mobile phones as sources of electromagnetic field (EMF) belong to the low radio frequency range. All this is of great interest for studying the influence of radio frequencies as an artificially created environmental factor on the health of humans and other living organisms. According to an experimental study, the impact of this radio frequency range on the liver causes damage to this organ. In particular, histo-pathological, degenerative changes in the liver parenchyma, significant biochemical functional changes, oxidative stress, and genetic damage to hepatocytes were revealed. All this suggests that similar changes can occur in the human body, which is the subject of further research.

Key words: electromagnetic field, rats, liver, mobile phones.

Современное развитие цивилизации невозможно представить без постоянно растущего количества множества устройств, излучающих электромагнитные волны – передатчиков радио - и телевизионного вещания и не только. Вопрос влияния этого феномена на здоровье живого организма изучается учеными с конца XIX века. Но в XXI веке началось бурное развитие персональной радиосвязи - технологии сотовой телефонии и беспроводной связи Bluetooth и Wi-Fi от 2G до 5 G и 6 G, которые создают электромагнитный фон в помещениях, в транспорте и персональные мобильные телефоны, которые располагаются наиболее близко к организму человека. Мобильные телефоны как источники электромагнитных полей (ЭМП) представляют собой радиочастоты (РЧ) нижнего диапазона частот от 450 МГц до 6000 МГц или от 0,45 ГГц до 6 ГГц. Все это вызывает большой интерес к изучению последствий влияния суммарного эффекта ЭМП радиочастотного диапазона (РЧ) как искусственно созданного фактора окружающей среды на здоровье человека и других живых организмов. Тем более, что на сегодняшний день отсутствует целостное и завершенное представление по данной теме. Особый интерес представляет влияние ЭМП низкой интенсивности на органы брюшной полости, в частности на печень, так как в печени происходят важные метаболические и детоксикационные процессы. Печень также отличается высокой чувствительностью к действию вредных экологических факторов [1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15].

Исходя из вышеизложенного, мы попытались предоставить наиболее актуальные с точки зрения медицинской науки экспериментальные данные о влиянии ЭМП радиочастотного диапазона (РЧ) на морфо - функциональные особенности печени.

Другие авторы Holovská K. (2015) - подвергали облучению беременных самок в течении всей беременности в 2,45 ГГц (2450 МГц). Гистопатология потомства выявила, что морфологически размеры и форма долек печени сохранены, количество соединительной ткани и паренхима не увеличена. Однако электронная микроскопия выявила изменения формы и количества микроворсинок на сосудистом полюсе гепатоцитов, образование везикул различной формы и размеров, а эндотелиальные клетки были набухшими [11].

Tumkaуа L.a (2019) и др. облучали беременных крыс частотой 1800 МГц в течение 6, 12 или 24 часов ежедневно в течение 20 дней. Гистопатология потомства выявила обширную вакуолизацию и дегенерацию гепатоцитов в портальной области и в синусоидах. Пораженные

гепатоциты имели полигональные ядра и вакуольную цитоплазму, просматривались потеря целостности клеточной мембраны и инвагинации. Биохимический анализ показал повышение уровня малонового диальдегида, сывороточного кальция, аланинтрансаминазы и аспартатаминотрансферазы. Кроме того, уровни общего оксидантного статуса ткани печени были повышены, а уровни общего антиоксидантного статуса ткани печени были снижены [17].

Аналогичные результаты получены Yilmaz A. (2017) с соавт. - беременные крысы подвергались облучению (ЭМП 900 МГц, 24 часа в день в течение 20 дней). Гистопатологически срезы печени потомства показали интенсивную дегенерацию гепатоцитов с цитоплазматическими эозинофильными структурами, пикнотическими ядрами и фиброзом. Эти исследования показали, что внутриутробное повреждение печени, вызванное воздействием ЭМП разной частоты, сохраняется и у потомства [19].

В работе Chuhan P. (2017) было изучено влияние излучения интенсивностью 2,45 ГГц по 2 часа в день в течении 35 дней на крыс. Исследование выявило типичные гистопатологические изменения в тканях печени и достоверно повышенный уровень перекисного окисления липидов [5].

Заслуживает внимание работа M. Usikalu (2016) с соавт., которые облучали молодых крыс (5 недель) частотой мобильного телефона 900 МГц. Выявились значительные биохимические изменения функции печени - снижение общего белка, глобулина, в то время как было значительно повышено содержание глутамат-оксалацетаттрансаминазы (GOT), щелочной фосфатазы (ALP), альбумина и общего билирубина, у крыс (группа В и С). Одновременно не было гистологических изменений в расположении клеток в паренхиме печени [18].

В исследовании Sharma A. (2021) и др. экспериментальные животные (крысы) подвергались воздействию частот 900, 1800 и 2100 МГц по часу в день в течении месяца. Гистопатологические исследования показали тяжелые дегенеративные изменения в ткани печени – инфильтрацию центра лобулярных мононуклеарных клеток, окислительное повреждение печени [16].

Интересное исследование проведено Петросяном М.С. (2020) с соавт. при облучении подопытных крыс 900 МГц - в первой группе однократно в течении 2 час., а во второй - по полчаса в течении 4 дней.: Показано, что 2-часовое однократное общее облучение крыс вызывает более выраженные изменения уровней активности как печеночной, так и сывороточной креатинкиназы (КК). А при равноценном по времени дробном облучении фермент проявляет значительные адаптационные свойства. Во все сроки эксперимента происходит уменьшение среднего содержания ДНК ядер и ядрышек и среднего число ядрышек на ядро, а также увеличение количества безъядрышковых ядер, что свидетельствует об угнетении транскрипционной активности гепатоцитов. В то же время пострадиационное увеличение количества гиподиплоидных клеток, половину из которых составляют безъядрышковые гепатоциты, а также возрастание количества триплоидных клеток, сопровождающееся уменьшением числа тетраплоидных гепатоцитов и исчезновением гипертетраплоидных гепатоцитов, свидетельствуют о гибели значительного количества гепатоцитов [3].

Похожее исследование есть у M.HR (2015). Воздействие мобильного телефона на 900 МГц 4 часа в день в течение 18 дней может вызвать патологические изменения печени, которые могут быть частично вызваны апоптозом и окислительным стрессом, вызванным в ткани печени электромагнитным излучением [10].

Таким образом, анализ литературы по экспериментальному изучению влияния на печень электромагнитного поля радиочастотного диапазона показал, что тотальное или локальное воздействие в 900-1800-2450 МГц вызывают повреждения этого органа. В частности – выявлены патогистологические дегенеративные изменения в паренхиме печени, значительные биохимические функциональные изменения, окислительный стресс, а также генетические повреждения в гепатоцитах. Все это говорит о том, что аналогичные изменения могут быть обнаружены и в организме человека, что является предметом дальнейших исследований.

Литература:

1. Зубарев Ю.Б./Мобильный телефон и здоровье: монография / Изд. 4-е, перераб. – М.: Библио-Глобус, 2019. с. 234.
2. Нерсесова Л.С., Петросян М.С., Каралева Е.М., Аветисян А.С., Аброян Л.О., Акопян Л.А., Каралян З.А., Акопян Ж.И. Оценка радиомодифицирующего действия креатина на выживаемость, креатин-креатинкиназную систему печени, ядрено-ядрышковой аппарат гепатоцитов и клетки периферической крови крыс. «Радиационная биология, Радиоэкология». 2019. Том 28. № 3. с.119-131.
3. Петросян М.С., Нерсесова Л.С., Каралева Е.М., Аветисян А.С., Аброян Л.О., Акопян Л.А., Газарянц И.Г., З.А., Акопян Ж.И. Постлучевые эффекты нисоинтенсивного электромагнитного излучения с частичной 900 мгц в печени крыс. «Медицинская радиоэкология и радиационная безопасность». 2020г. Том 65. № 3. с. 53–58.
4. Bartosova K., Neruda M., Vojtec L. Methodology of Studying Effects of Mobile Phone Radiation on Organisms: Technical Aspects // Int. J. Environ. Res. Public Health 2021, 18, 12642. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312642>.
5. Chauhan P., H N Verma, Rashmi Sisodia, Kavindra Kumar Kesari. Microwave radiation (2.45 GHz)-induced oxidative stress: Whole-body exposure effect on histopathology of Wistar rats./Electromagn Biol Med. 2017; 36(1):20-30. doi: 10.3109/15368378.2016.1144063. Epub 2016 Jun 30. PMID: 27362544.
6. Çetin H., Nazıroğlu M., Çelik Ö., Yüksel M., Pastacı N., Özkaya M. O. Liver antioxidant stores protect the brain from electromagnetic radiation (900 and 1800 MHz -induced oxidative stress in rats during pregnancy and the development of offspring. J Matern Fetal Neonatal Med. 2014. 27 (18). p. 1915-21./PMID: 24580725 DOI: 10.3109/14767058.2014.898056.
7. Çelik Ö., Kahya M.C., Nazıroğlu M. Oxidative stress of brain and liver is increased by Wi-Fi (2.45GHz) exposure of rats during pregnancy and the development of newborns.// J. Chem Neuroanat. 2016 Sep; 75(Pt B). p. 134-9. DOI: 10.1016/j.jchemneu.2015.10.005. Epub 2015 Oct 28. PMID: 26520617.
8. Ghaedi S., Hossein K J., Mohammad F., Sara A., Saeid M T., Hamid B. Effects of mobile phone radiation on liver enzymes in immature male rats. June 2013. Advances in Environmental Biology. American-Eurasian Network for Scientific Information.
9. Health impact of 5G. /STUDY Panel for the Future of Science and Technology. /EPRS | European Parliamentary Research Service Scientific Foresight Unit (STOA) PE 690.012 – July 2021.
10. HR M., M. ZH., Wang G., Cui-miao Song, Xue-lian Ma, Xiao-hui Cao, Zhang G. Impacts of exposure to 900 MHz mobile phone radiation on liver function in rats 900 MHz / Zhongguo Ying Yong Sheng Li Xue Za Zhi. 2015 Nov;31(6):567-71. PMID: 27215026.
11. Holovská K., Almäšiová V., V. Cigánková, K. Beňová, E. Račeková, M. Martončíková. Structural and ultrastructural study of rat liver influenced by electromagnetic radiation //J. Toxicol Environ Health A. 2015;78 (6). p:353-6. doi: 10.1080/15287394.2014. 979272. PMID: 25734762.
12. Jeladze V., T. Nozadze, I. Petoev-Darsavelidze & B. Partsvania, "Mobile phone antenna-matching study with different finger positions on an inhomogeneous human model", Electromagnetic Biology and Medicine, Volume 38, 2019 - Issue 4. Published Online: 14 Jul 2019. <https://doi.org/10.1080/15368378.2019.1641721>.
13. Mazar H., Ball D. J. Strengths and Limitations of Conventional Approaches to the Risk Assessment and Management of EMF Exposure From 5G and B5G Networks/ Front. Comms. Net., 03 November 2021 | <https://doi.org/10.3389/frcmn.2021.731172>.
14. Nersesova LS, Petrosian MS, Gazariants MG, Mkrtchian ZS, Meliksetian GO, Pogosian LG, Akopian ZhI. Effect of low-intensity 900 MHz frequency electromagnetic radiation on rat liver and blood serum enzyme activities // Radiatsionnaia Biologiia, Radioecologiia, 01 Sep 2014, 54(5). p:522-530 Language: rus. PMID: 25775844.
15. Nozadze T., V. Jeladze, M. Tsverava, V. Tabatadze, M. Prishvin, R. Zaridze, "EM Exposure Study on an Inhomogeneous Child Model Considering Hand Effect", 2017 IEEE First Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON), Kyiv, Ukraine, May 29 -June 2, 2017, pp. 51
16. Sharma A., Shrivastava S., Shukla S. Oxidative damage in the liver and brain of the rats exposed to frequency-dependent radiofrequency electromagnetic exposure: biochemical and histopathological evidence. Free Radic Res. 2021. Aug 27; p:1-12. doi: 10.1080/10715762.2021.1966001. PMID: 34404322.
17. Tumkaya L., Yilmaz A., Akyildiz K., T. Mercantepe, Z. Yazici, Yilmaz H. /Prenatal Effects of a 1,800-MHz Electromagnetic Field on Rat Livers. Cells Tissues Organs. 2019; 207(3-4). p:187-196. doi: 10.1159/000504506. Epub 2019 Dec 4. PMID: 31801129.

18. Usikalu M., Rotimi S.O., Achuka J./Effects of 900 MHz radiofrequency radiation on the rats' liver. June. 2016. Jurnal Teknologi 78(6):19-24 DOI:10.11113/jt.v78.9078.
19. Yilmaz A., Tumkaya L., Akyildiz K., Y. Kalkan, A.F Bodur, F. Sargin, H. Efe, H.A. Uydu, Z.A. Yazici. Lasting hepatotoxic effects of prenatal mobile phone exposure // J. Matern Fetal Neonatal Med. 2017 Jun; 30(11):1355-1359. doi: 10.1080/14767058.2016.1214124. Epub 2016 Aug 10. PMID: 27427155

ინგა სიხარულიძე, ციური სუმბაძე, მთვარისა კორძია.
**ელექტრომაგნიტური ველის რადიოსიხშირული დიაპაზონის
გამოსხივების გავლენა ვირთავების ღვიძლზე**

ივ. ჯავახიშვილის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ალექსანდრე ნათიშვილის მორფოლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, საქართველო

რეზიუმე

ცივილიზაციის თანამედროვე განვითარება წარმოუდგენელია ელექტრომაგნიტური ტალღების გამოსხივების მრავალი მოწყობილობის მუდმივად მზარდი რაოდენობის გარეშე. მობილური ტელეფონები, როგორც ელექტრომაგნიტური ველის (ემ) წყარო მიეკუთვნება დაბალი რადიოსიხშირის დიაპაზონს. ეს ყველაფერი დიდ ინტერესს იწვევს რადიოსიხშირების, როგორც ხელოვნურად შექმნილი გარემო ფაქტორის ადამიანისა და სხვა ცოცხალი ორგანიზმების ჯანმრთელობაზე გავლენის შესასწავლად. ექსპერიმენტული კვლევის მიხედვით, ამ რადიოსიხშირული დიაპაზონის ზემოქმედება ღვიძლზე იწვევს ამ ორგანოს დაზიანებას. კერძოდ, გამოვლინდა ჰისტო-პათოლოგიური, დეგენერაციული ცვლილებები ღვიძლის პარენქიმაში, მნიშვნელოვანი ბიოქიმიური ფუნქციური ცვლილებები, ოქსიდაციური სტრესი და ჰეპატოციტების გენეტიკური დაზიანება. ეს ყველაფერი იმაზე მეტყველებს, რომ მსგავსი ცვლილებები შეიძლება მოხდეს ადამიანის ორგანიზმშიც, რაც შემდგომი კვლევის საგანია.

ИНГА СИХАРУЛИДЗЕ, ЦИУРИ СУМБАДЗЕ, МТВАРИСА КОРДЗЯ
ВЛИЯНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ДИАПАЗОНА НА ПЕЧЕНЬ КРЫС

Тбилисский Государственный университет им. Ив. Джавахишвили,
Институт экспериментальной морфологии им. Ал. Натишвили, Тбилиси, Грузия

РЕЗЮМЕ

Современное развитие цивилизации невозможно представить без постоянно растущего количества множества устройств, излучающих электромагнитные волны. Мобильные телефоны, как источники электромагнитного поля (ЭМП), относятся к низкому диапазону радиочастот. Все это представляет большой интерес для изучения влияния радиочастот как искусственно созданного фактора окружающей среды на здоровье человека и других живых организмов. Согласно экспериментальному исследованию, воздействие этого радиочастотного диапазона на печень вызывает повреждение этого органа. В частности, выявлены патогистологические, дегенеративные изменения паренхимы печени, значительные биохимические функциональные изменения, окислительный стресс, генетические повреждения гепатоцитов. Все это говорит о том, что подобные изменения могут происходить и в организме человека, что является предметом дальнейших исследований.

