

МОРФОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В ПЕЧІНЦІ ТА СЕЛЕЗІНЦІ У ЩУРІВ ПІД ВПЛИВОМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НАДВИСОКОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ

¹Селюк М.М., ¹Козачок М.М., ²Потаскалова В.С.

¹Українська військово-медична академія

²Національний медичний університет імені О.О.Богомольця

Резюме. В експерименті розглянуто особливості морфологічних змін внутрішніх органів (печінки та селезінки) внаслідок впливу імпульсного модульованого та безперервного електромагнітного випромінювання надвисокочастотного діапазону з щільністю потоку енергії $6 \pm 2,4$ мВт/см, що є еквівалентним максимально можливому енергетичному навантаженню працівників радіолокаційних систем.

Відмічено збільшення розмірів та ознаки порушення функцій досліджених внутрішніх органів, появу гіперемії слизових оболонок, зниження тону м'язової стінки.

При безперервному опроміненні з частотою 2,42 ГГц, порівняно із імпульсним опроміненням із частотою 465 ГГц, виявлено краще відновлення досліджених параметрів органів.

Ключові слова: вага органів, печінка, селезінка, експериментальні щури, електромагнітне випромінювання надвисокої частоти.

Вступ. Вплив електромагнітного випромінювання надвисокочастотного діапазону (ЕМВ НВЧ) на живий організм викликає широкий спектр біологічних ефектів і залежить від певних характеристик випромінювання. За даними літературних джерел, ЕМВ НВЧ діапазону викликає мікро- та ультраструктурні зміни в печінці та її лімфатичних вузлах, що виявляється в порушенні крово- та лімфообігу, руйнуванні мембран, розширенні каналів гранулярної ендоплазматичної сітки, появі дегенеративних форм мітохондрій, зникненні глікогену, що свідчить про розвиток тканинної гіпоксії. [1, 2].

Так, відомо, що у експериментальних тварин в серці виникає деформація міофібрил [4], їх дегенерація з конденсацією саркоплазми, В1-адренергічний рецепторний білок в ендокарді та міокарді при цьому підвищується безпосередньо після впливу ЕМВ НВЧ та з часом поступово нормалізується. Ці зміни супроводжуються посиленою експресією відповідної мРНК [6] та виникненням оксидативного стресу в міокарді [5].

На сьогодні існують поодинокі роботи, в яких вивчали зміни в печінці під впливом ЕМВ НВЧ. В цих роботах показано, що при опроміненні НВЧ виникають порушення крово- та лімфо обігу. Але ретельного комплексного вивчення змін, що відбуваються в печінці та селезінці на фоні ЕМВ не проводилося. Окрім того, недостатньо вивчена залежність біологічних ефектів від певних характеристик випромінювання. Саме тому було вирішено провести експеримент, в якому вивчити морфологічні зміни в печінці та селезінці тварин під впливом ЕМВ НВЧ.

Метою нашого дослідження було порівняти наслідки впливу багаточастотним модульованим ЕМВ НВЧ та одночастотними випромінюваннями на організм експериментальних тварин.

Матеріали та методи Дослідження проводилось на 80 статевозрілих щурах-самцях породи Wistar, які знаходились на звичайному раціоні віварію, середня

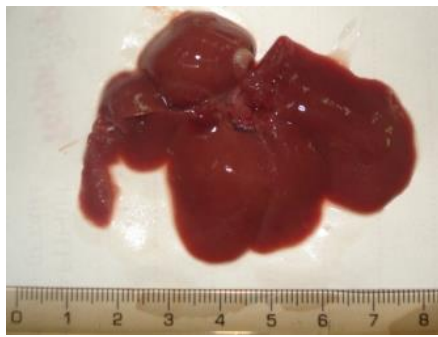
маса тварин складала $0,20 \pm 0,02$ кг. Тварини були поділені на 3 групи. Тварини I та II групи (по 35 щурів) зазнали тотального НВЧ опромінення нетеплового діапазону. При цьому тварини I групи були опромінені експериментальним генератором «Волна» з імпульсною модуляцією: тривалість імпульсу - 2 мс, міжімпульсний інтервал – 10 мс; несуча частота - 0,465 ГГц; тривалість сеансу впливу - 17,5 хв, щільність потоку енергії - $6 \pm 2,4$ мВт/см². Тварини II групи були опромінені експериментальним генератором «Луч-11» з несучою частотою 2,45 ГГц, тривалістю 15 хв, щільність потоку енергії – $6 \pm 2,4$ мВт/см². Отже, опромінення щурів передбачало рівноенергетичність впливу ЕМВ з різними несучими частотами.

Третю групу склали 10 інтактних тварин (група контролю).

При виборі енергетичних параметрів опромінення тварин орієнтувались на припустиме максимально можливе енергетичне навантаження на працівників радіолокаційних систем – джерела багаточастотних модульованих ЕМВ ($0,4-0,5$ мВт/см²) [3]. Враховуючи співвідношення питомої потужності поглинання опромінення до питомої метаболічної теплопродукції людей та тварин, а також стандартизацію ступеню поглинання енергії (робота в максимально співпадаючих діапазонах поглинання енергії), експериментальних тварин опромінювали при щільності потоку енергії (ЩПЕ) $1,0-6,0$ мВт/см². Для виключення розвитку адаптаційних реакцій в процесі опромінення в експериментальних умовах здійснювали нетривалий семикратний вплив. Використовували квазібезехову екрановану камеру $80,0 \times 70,0$ см. Нерівномірність електромагнітного поля в робочій зоні складала 19,5%, поляризація лінійна, ЩПЕсер. в зоні опромінення $1,0-6,0$ мВт/см², вихідна потужність генератора 20Вт, ЩПЕсер. $40,0-60,0$ мВт/см². Кількість тварин для одного опромінення – 5 щурів в робочій зоні.

Протягом 28 діб проводили спостереження за поведінкою тварин. Для умертвіння щурів використовували декапітацію з подальшим розтином лабораторних тварин. Забір матеріалу проводили через 1, 7, 14, 21, 28 діб по 7 тварин з I та II дослідних груп. Оцінювали макроскопічно морфологічні зміни внутрішніх органів; визначали масу печінки, селезінки та нирок тварин. Експериментальні дані обробили методами варіаційної статистики. Достовірність відмінностей оцінювали за критерієм Ст'юдента. Розраховували коефіцієнт парної кореляції Пірсона (r).

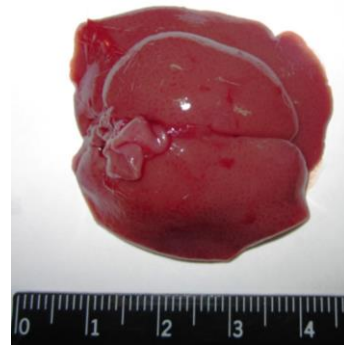
Результати та їх обговорення. В результаті проведення експериментально дослідження нами були отримані наступні результати. Морфологічні зміни печінки були притаманні з першої і по 28 добу після опромінення: край заокруглений, консистенція дрябла, підвищене кровонаповнення, на розрізі – мускатний малюнок (венозний застій) (Рис.1, 2).



a)



б)



в)

Рис.1. а) печінка щура I групи в першу добу експерименту; б) печінка щура II групи в першу добу експерименту; в) печінка щура контрольної групи



a)



б)

Рис.2. а) печінка щура I групи на 28 добу; б) печінка щура II групи на 28 добу

В першу добу після опромінення у тварин I групи спостерігалось збільшення маси печінки в середньому в порівнянні з тваринами контрольної групи і становила відповідно $(10,2 \pm 0,4)$ г проти $(7,28 \pm 0,12)$ г ($p < 0,05$) (Рис.3). На 7 добу спостереження маса печінки піддослідних тварин зменшилась до $(8,8 \pm 0,21)$ г; на 14 добу – $(9,17 \pm 0,04)$ г; на 21 добу – $(9,4 \pm 0,12)$ г; на 28 добу – $(9,43 \pm 0,5)$ г відповідно.

У тварин II групи в першу добу після опромінення маса печінки в середньому була збільшена в порівнянні із тваринами контрольної групи і становила відповідно $(9,55 \pm 0,50)$ г, $p < 0,05$. Протягом наступного періоду спостереження до 21 доби маса печінки тварин поступово зменшувалась та

нормалізувалась на 28 добу: на 7 добу становила в середньому $(7,9 \pm 0,30)$ г, на 14 добу – $(6,9 \pm 0,30)$ г; на 21 добу – $(6,0 \pm 0,08)$ г; на 28 добу – відповідно $(7,4 \pm 0,20)$ г.

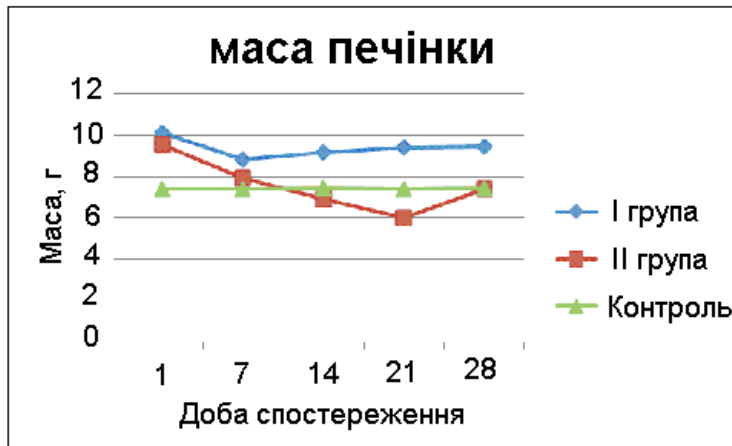


Рис. 3. Зміна маси печінки у експериментальних щурів, які зазнали впливу імпульсного модульованого (I група) та безперервного (II група) опромінення

При огляді селезінки – капсула гладка, тонка, блискуча у весь період спостереження (Рис.4).

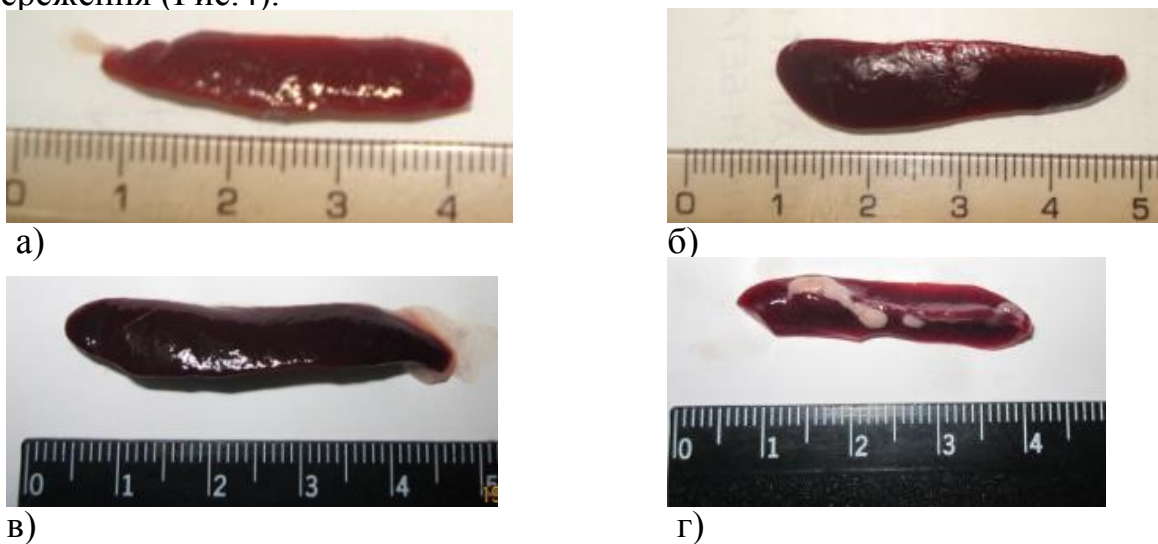


Рис. 4. Зміни в селезінці у піддослідних щурів з першої по двадцять першу добу: а) селезінка щура I групи в 1 добу експерименту; б) селезінка щура II групи в 1 добу експерименту; в) селезінка щура I групи на 28 добу експерименту; г) селезінка щура II групи на 28 добу експерименту

В таблиці 1 наведені середні значення маси селезінки у опромінених тварин I та II групи у порівнянні з контролем. Так, в першу добу після опромінення маса селезінки щурів I групи зменшилась вдвічі у порівнянні із контрольною групою $(0,34 \pm 0,01)$ г проти $(0,60 \pm 0,02)$ г, $(p < 0,05)$; на 7 добу маса селезінки опромінених тварин відповідала контрольній групі $(0,6 \pm 0,01)$ г $(p < 0,05)$. Протягом наспутного періоду спостерігалось збільшення маси селезінки у тварин I групи: на 14 добу $(0,74 \pm 0,01)$ г, $(p < 0,05)$; на 21 добу – $(0,89 \pm 0,02)$ г $(p < 0,05)$; на 28 добу спостереження – $(0,89 \pm 0,01)$ г, $(p < 0,05)$.

Маса селезінки у щурів II групи в першу добу після опромінення дещо збільшилась $(0,74 \pm 0,01)$ г проти $(0,60 \pm 0,02)$ г маси селезінки контрольних тварин,

($p < 0,05$). З 7 до 21 доби спостереження відмічали поступове зменшення маси селезінки досліджуваних тварин: на 7 добу – $(0,68 \pm 0,02)$ г, ($p < 0,05$), на 14 та 21 добу спостереження – $(0,40 \pm 0,01)$ г та $(0,42 \pm 0,01)$ г відповідно, ($p < 0,05$). На 28 добу спостереження в середньому маса селезінки тварин II групи не відрізнялась від маси органів контрольної групи – $(0,61 \pm 0,17)$ г, ($p < 0,05$).

Таблиця 1

Зміна маси селезінки щурів під впливом НВЧ опромінення (г)

Тварини	1 доба	7 доба	14 доба	21 доба	28 доба
I група	$0,34 \pm 0,01^*$	$0,60 \pm 0,01^*$	$0,74 \pm 0,01^*$	$0,89 \pm 0,02^*$	$0,89 \pm 0,01^*$
II група	$0,74 \pm 0,02^*$	$0,68 \pm 0,02^*$	$0,04 \pm 0,01^*$	$0,42 \pm 0,01^*$	$0,61 \pm 0,17^*$
Контроль	$0,60 \pm 0,02$	-	-	-	$0,61 \pm 0,01$

Примітка: Зірочкою (*) відмічена достовірність відмінності маси селезінки у щурів I групи та групи контролю ($p < 0,05$)

Отже, як при імпульсному модульованому, так і при безперервному опроміненні з частотою відповідно 465 ГГц та 2,45 ГГц у тварин відбуваються зміни збоку досліджених внутрішніх органів.

Нами встановлено, що після опромінення при ЩПЕ $6 \pm 2,4$ мВт/см² у експериментальних щурів відмічаються наступні зміни печінки: збільшення розмірів на 1 добу, на 7 добу відмічалась нормалізація розмірів, а на 14 і 21 добу розмір печінки був меншим за норма. На 28 добу розміри печінки нормалізувалися. Така ж динаміка спостерігалась і зі змінами маси селезінки. Після першої доби – збільшення маси, змінювалось зменшенням ваги, а на 28 добу відмічалась нормалізація органу. Таким чином, при безперервному опроміненні з частотою 2,45 ГГц відновлення макроскопічних змін внутрішніх органів до 28 доби спостереження може свідчити про розвиток більш потужних адаптаційний механізмів.

Деяка інша картина виявлена при імпульсному опроміненні з частотою 0,465 ГГц, у тварин, I групи відбуваються більш виражені морфологічні зміни внутрішніх органів, які не нормалізуються і на 28 добу, що може свідчити про більш суттєві, можливо, незворотні зміни під впливом імпульсного опромінення. Маса селезінки та печінки залишались стабільно високою до 28 доби спостереження, можливо, за рахунок посилення кровопостачання, вірогідно, для підтримання функції органів. Вплив НВЧ випромінювання призводить до передчасного старіння та руйнування еритроцитів, цим можна пояснити, з нашої точки зору, збільшення в розмірах селезінки експериментальних тварин.

Можна припустити, що при впливі безперервного випромінювання резонанс менш виражений, ніж при імпульсному, але віддалені наслідки безперервного випромінювання відображають існування інших механізмів ураження органу, насамперед, через активацію вільнорадикального окиснення. Але, стосовно оцінки функції внутрішніх органів в обох досліджених групах, необхідно продовжити вивчення відмінності впливу ЕМВ НВЧ з різними несучими частотами.

Висновки:

1. ЕМВ НВЧ викликало морфологічні зміни печінки та селезінки, які виражалися у збільшенні розмірів, маси та кровонаповнення органів.
2. Вираженість змін залежала від виду опромінення.

3. Більш значущі зміни виникають при імпульсному опроміненні
4. Ймовірність більш швидкого формування адаптаційних механізмів при рівноенергетичному опроміненні.

Література:

1. Бояджян А.С., Акопян С.С., Григорян Д.С., Малакян М.Г., Баджинян С.А. – Воздействие когерентных электромагнитных волн миллиметрового диапазона на содержание различных популяций иммунных комплексов в крови. Миллиметровые волны в биологии и медицине. – 2005. – №2. – С.72-76.
2. Мичурина С.В., Ефремов А.В., Шурлыгина А.В., Белкин А.Д., Вакулин Г.М., Вербицкая Л.В., Ларионов П.М. – Морфофункциональные изменения печени и ее регионарных лимфатических узлов под воздействием магнитного поля промышленной частоты. – Морфология. – 2005. – 128, №4. – С.69-72.
3. Шандала М.Г. – Опыт гигиенической разработки проблемы физических факторов окружающей среды. – Гигиена и санитария. – 1999. – № 4. – С.3-9.
4. Amara Salem, Abdelmelek Hafedh, Ben Salem Mohamed, Abidi Rached, Sakly Mohsen. - Effects of static magnetic field exposure in hematological and biochemical parameters in rats. - Braz. Arch. Biol. and Technol. - 2006. – 49, № 6. – С.889-895
5. Ozguner F, Altinbas A, Ozaydin M, Dogan A, Vural H, Kisioglu AN, Cesur G, Yildirim NG. – Mobile phone-induced myocardial oxidative stress. - Toxicol Ind Health. – 2005. – №21(9). – P.223-230

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЧЕНИ И СЕЛЕЗЕНКЕ У КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ДИАПАЗОН

Селюк М.М., Козачок М.М., Потаскалова В.С.

Резюме. В эксперименте рассмотрены особенности морфологических изменений внутренних органов (печени и селезенки) вследствие воздействия импульсного модулированного и непрерывного электромагнитного излучения сверхвысококачастотного диапазона с плотностью потока энергии $6 \pm 2,4$ мВт/см, что является эквивалентным максимально возможном энергетическом нагрузке работников радиолокационных систем. Отмечено увеличение размеров и признаки нарушения функций исследованных внутренних органов, появление гиперемии слизистых оболочек, снижение тонуса мышечной стенки. При непрерывном облучении с частотой 2,42 ГГц, по сравнению с импульсным облучением с частотой 465 ГГц, выявлено лучшее восстановление параметров исследованных органов.

Ключевые слова: масса органов, печень, селезенка, экспериментальные крысы, электромагнитное излучение сверхвысокой частоты.

MORPHOLOGICAL CHANGES IN LIVER AND SPLEEN IN RATS UNDER THE INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC RADIATION MICROWAVE RANGE

M.Selyuk, M.Kozachok, V.Potaskalova

Summary. The experiment examined the features of morphological changes of internal organs (liver and spleen) due to the influence of pulse modulated and continuous microwave range of electromagnetic radiation with energy flux density of $6 \pm 2,4$ mW / cm, which is equivalent to the maximum possible energy load employees radar systems. An increase in the size and signs of dysfunction of internal organs examined, the appearance of congestion of mucous membranes, decreased muscle tone of the wall. At continuous irradiation with a frequency of 2.42 GHz, compared to pulsed radiation with a frequency of 465 GHz, found better recovery of the studied parameters.

Keywords: weight of the liver, spleen, experimental rats, high frequency electromagnetic radiation