УДК 616-001.2-005-018.5-092.9

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДІАПАЗОНУ 895-905 МГЦ РІЗНОЇ ТРИВАЛОСТІ НА КЛІТИННИЙ СКЛАД ПЕРИФЕРИЧНОЇ КРОВІ 3-МІСЯЧНИХ ЩУРІВ

Шутова Н.А., Сулхдост І.О., Шутова І.В.
Харківський національний медичний університет

В роботі досліджено вплив короткотривалого (30 хвилин/доба) та довготривалого (2 години/доба) ЕМВ діапазону 895-905 МГц на реакції периферичної крові 3-х місячних щурів, вік яких відповідає підлітковому віку людини. Встановлено, що ЕМВ дослідженого діапазону негативно впливає на кількісний і якісний склад периферичної крові щурів: про що свідчить розвиток еритропенії та лейкопенії в обох групах тварин. Показано, що виразність цих реакцій залежать від тривалості впливу ЕМВ.
Ключові слова: електромагнітне випромінювання, реакції периферичної крові.

Постановка проблеми. Патогенний вплив факторів зовнішнього середовища на організм людини – актуальна проблема сьогодення. В 70% випадків екзогенні чинники є причиною виникнення захворювань у людини. На сьогодні достатньо чітко виявлені механізми патологічного впливу на організм термічних, баричних, хімічних, біологічних, променевих та ін. патогенних факторів. Однак, за останні десятиріччя в результаті технічного прогресу поява великої кількості приладів, що генерують електромагнітне випромінювання (ЕМВ) різного діапазону стало причиною підвищення електромагнітного фону навколишнього середовища, яке не може не впливати на здоров'я людини [1-2]. Так, експериментальні дані як вітчизняних, так і закордонних дослідників свідчать, що електромагнітна енергія, може як позитивно так і негативно впливати на біологічні об'єкти [3-5]. Велика розбіжність показників про ефекти впливу ЕМВ на організм людини, відсутність чітко описаних, загальновизнаних та коректних, з наукової точки зору, механізмів, які б розкривали сутність цієї дії, в свою чергу, підкреслюють актуальність даної проблеми, та необхідність більш детальних підходів до її вивчення [6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні найбільш розповсюдженим приладом, що випромінює електромагнітну енергію – є система мобільного зв'язку. За останні десятиріччя мобільні телефони (МТ) активно та широко увійшли у наш побут. Існує чимало даних, що переконливо свідчать про підвищену чутливість до дії МТ нервової, серцево-судинної, ендокринної, імунної та ін. систем [4, 7-8]. Зважаючи на майже тотальний охват молоді (в тому числі і школярів) мобільним зв'язком, дослідження впливу ЕМВ саме на них має дуже велике значення для з'ясування ризику виникнення захворювань в їх подальшому житті.

Як відомо, кров – це внутрішнє середовище організму, необхідне для здійснення гуморального зв'язку між органами, основних фізіологічних функцій (кровообігу, дихання, обміну речовин, секреції і екскреції, захисної функції). Тому, від якісного і кількісного складу крові в значній мірі залежить функціональний стан організму в цілому [9, 10]. В літературі є дані про вплив ЕМВ на систему крові, проте вони отримані переважно, при дослідженні in vitro [11], або на периферичну кров дорослої людини, що в силу професійної діяльності постійно знаходиться під впливом ЕМВ [12, 13]. Разом з тим, де які автори підкреслюють особливу дію ЕМВ на організм, що розвивається [14].

Враховуючи вищевказане, вивчення впливу ЕМВ діапазону 895-905 МГц (діапазон ЕМВ більшості МТ) на функціональний стан різних органів і систем, в тому числі і системи крові є перспективним напрямком сучасної медицини для розробки заходів профілактики ушкодження організму.

Мета статті: з'ясування змін кількісного клітинного складу периферичної крові у щурів різного віку на тлі короткотривалого та довготривалого впливу ЕМВ в діапазоні 895-905 МГц.

Матеріали та методи. Дослідження виконані на 18 білих нелінійних щурах-самцях лінії Wistar масою 100–120 г, розведених у віварії ХНМУ, віком 3 місяці. Розподіл тварин на групи здійснено у відповідності із задачами дослідження: перша група – щури, яких опромінювали ЕМВ 30 хвилин (короткотривалий термін опромінювання); друга група – щури, яких опромінювали 2 години (довготривалий термін опромінювання), третя група – контроль (інтактні тварини).

Виведення тварин із експерименту проводили під анестезією, методом декапітації, що відповідає національним «Загальним етичним принципам досліджень на тваринах» (Україна, 2001 р.), які узгоджені з положенням «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1986 р.), а також Уставом Української асоціації з біоетики та нормами GLP (1992 р.), типовими положеннями з питань етики МОЗ України (2006 р.) [15].

Модель впливу ЕМВ на організм відтворювали за допомогою апарату «ЕМІБІО-1.1» (Україна), який призначено для проведення досліджень впливу ЕМВ діапазону и формату модуляції, близького до стандарту мобільного зв'язку GSM 900 на біологічні об'єкти в лабораторних умовах. Діапазон ЕМВ в експерименті дорівнював 895-905 МГц. Вік тварин для експериментального дослідження був визначений, виходячи із таблиці періодизації віку тварин до віку людини [16]. Тривалість експерименту – 2 місяці, добову дозу ЕМВ розраховано дослідним шляхом.

Еритроцитарну та лейкоцитарну реакції периферичної крові було описано на підставі ви-

© Шутова Н.А., Сулхдост І.О., Шутова І.В., 2016

значення загальної кількості еритроцитів (ЗКЕ), загальної кількості лейкоцитів (ЗКЛ) та опису лейкоцитарної формули [17].

Статистичне оброблення результатів дослідження проводили з використанням t-критерію Ст'юдента за допомогою методів варіаційної статистики (програми «БІОСТАТ»). Оцінювання вірогідності отриманих результатів здійснювали на рівні значення не менше ніж 95% ($p \leq 0,05$) [18].

Виклад основного матеріалу. Для визначення ефектів впливу ЕМВ на реакції периферичної крові щурів досліджували зміни клітинного складу периферичної крові на тлі короткотривалого та довготривалого впливу ЕМВ.

Встановлено, що дія ЕМВ мала негативний вплив на еритроцити щурів. Так, при дії ЕМВ кількість еритроцитів відносно контролю було зменшено в 1,2 рази у І-ій групі та в 1,1 рази у ІІ-ій групі тварин (табл. 1).

Таблиця 1

Показники периферичної крові щурів 3-х місячного віку на тлі короткотривалого та довготривалого впливу ЕМВ, n=6

		І група	ІІ група	ІІІ група
ЗКЕ ($x10^{12}$/л)		4,08±0,21***	3,21±0,8*** p_1>0,05	6,45±0,44
ЗКЛ ($x10^{9}$/л)		4,39±0,04	1,99±0,18*** p_1>0,001	5,58±0,70
Нейтрофіли	Паличкоядерні	0,15±0,09	0,04±0,16 p_1>0,05	0,07±0,02
	Сегментоядерні	1,72±1,32	0,8±0,19 p_1>0,05	1,6±0,14
Еозинофіли		0,1±0,21	0,03±0,06 p_1>0,05	0,26±0,08
Моноцити		0,07±0,36	0,04±0,12 p_1>0,05	0,2±0,04
Лімфоцити		2,35±2,98	1,08±0,22** p_1>0,05	3,45±0,56

*Примітки: 1) * – p<0.05, ** – p<0.01, *** – p<0.001 у порівнянні з контролем; 2) p_1 – достовірність різниці між групами І і ІІ*

ЗКЛ при короткотривалій дії ЕМВ було знижено відносно контролю в 1,2. При довготривалому опромінюванні ЗКЛ була нижче за природні значення більш ніж в 2 рази. Відмічено, що лейкопенія, яка виникає після опромінювання тварин, в обох термінах відбувалась за рахунок зниження, насамперед, лімфоцитів – в 1,4 рази при короткотривалому, та в 3 рази при довготривалому опромінюванні; еозинофілів – в 2,6 та 3,3 рази, та моноцитів – в 2,8 та в 5 разів відповідно. Кількість нейтрофілів, навпаки, при короткотривалій дії ЕМВ мала тенденцію до збільшення: так, кількість паличкоядерних нейтрофілів була вищою більше ніж в 2 рази, сегментоядерних нейтрофілів – в 1,07 рази відносно контролю. Однак, при довготривалій дії ЕМВ нейтрофільна реакція знов змінюється у бік зменшення як паличко- так і сегментоядерних нейтрофілів практично в 2 рази в обох термінах.

Загальна картина крові у 3-х місячних щурів, що спостерігається після короткотривалого та довготривалого опромінювання ЕМВ характеризується еритропенією і лейкопенією. Встановлено, що прояви реакцій периферичної крові залежать від часу впливу, оскільки тенденція до зсуву кількості клітин крові у бік зменшення є більш виразним на тлі довготривалого опромінювання, ніж при короткотривалій дії ЕМВ.

В мазках крові тварин, які перебували під впливом ЕМВ, зустрічалися дегенеративні форми еритроцитів: поліхроматофіли, гіпохромні еритроцити, пойкілоцити. Це, можливо зумовлено негативною, шкідливою дією ЕМВ на мембрани еритроцитів. Відомо, що при впливі ЕМВ на мембрану еритроцитів in vitro спостерігається підвищення її проникності, що в свою чергу сприяє підвищеному гемолізу еритроцитів [11]. Можливо, цей патогенетичний механізм зрушення еритроцитів та лейкоциті пояснює зниження їх кількості у наших дослідженнях, підтверджуючи це в експерименті in vivo.

Отримані результати свідчать, про те, що при короткотривалому впливі ЕМВ посилюється акумуляція нейтрофілів: з одного боку їх підвищення в периферичній крові може бути зумовлено перерозподілом їх у периферичному руслі під впливом ЕМВ, з іншого боку, можна припустити, що збільшена кількість нейтрофілів – це відповідна реакція всієї системи крові на властивість ЕМВ підвищувати проникність біологічних мембран та судинних стінок, що, сприяє порушенню бар'єрної функції організму та зниженню імунітету. Підвищене зрушення нейтрофілів у периферичній крові, в свою чергу, може сприяти активації лейкопоезу, та посилювати вихід лейкоцитів із червоного кісткового мозку (ЧКМ) у периферичну кров. Загальна картина крові при короткотривалому терміні опромінення характеризується еритропенією та нейтрофільним лейкоцитозом, при довготривалому опроміненні зменшенням як еритроцитів так і лейкоцитів, що свідчить про прямопропоційну залежність функціональної активності системи крові від впливу патогенного чинника – ЕМВ.

Висновки і пропозиції. 1ЕМВ діапазону МТ як при короткотривалому так і при довготривалому опромінюванні має негативний вплив на реакції периферичної крові 3-х місячних щурів обох груп: порушує її клітинний склад, сприяє утворенню дегенеративних форм.

Зміни клітинного складу периферичної крові 3-х місячних щурів, що відбуваються на тлі впливу ЕМВ діапазону мобільного телефону, мають фазний характер і залежать від терміну впливу

Виявлена прямо пропорційна залежність ступеню зрушення реакцій периферичної крові від терміну впливу ЕМВ діапазону мобільного телефону на біологічні об'єкти: термін 2 год/доб більше пригнічує еритроцитарну та лейкоцитарну реакції периферичної крові дослідних тварин тварин, у порівнянні із короткотривалою дією (30 хв/доб).

Список літератури:

1. Баранский П.И., Гайдар А.В., Чижевский А.Л. Проблемы взаимодействия магнитных полей с объектами живой природы / П.И. Баранский, А.В. Гайдар, А.Л. Чижевский // Вестн. Калуж. ун-та. – 2007. – № 3. – С. 37-41.
2. Агаджанян Н.А., Макарова И.И. Магнитное поле Земли и организм человека / Н.А. Агаджанян, И.И. Макарова // Экология человека. – 2005. – № 9. – С. 3-9.
3. Удалова Д.А., Арбузов В.В. Магнитные поля – угроза здоровью / Д.А. Удалова, В.В. Арбузов // Мед. экология: V междунар. науч.-практ. конф.: Сб. ст. – Пенза: Приволж. Дом знаний, 2006.
4. Blackman C.F. Biological effects of electromagnetic waves / C.F. Blackman, M.C. Surles, S.C. Benane // J. Microw Power. – 1976. – V. 14 (3). – P. 275-280.
5. Васильева Л.К., Горский А.Н. Электротехнические аспекты влияния низкочастотных электромагнитных полей на человека / Л.К. Васильева, А.Н. Горский // Вестн. МАНЭБ. – 2000. – № 4 (28). – С. 31-35.
6. Бинги В.Н., Савин А.В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы / В.Н. Бинги, А.В. Савин // УФН, 2003. – Т. 173. – № 3. – С. 265-300.
7. Capri M., Scarcella E., Bianchi E., Fumelli C., Mesirca P. et all. «1800MHz radiofrequency (mobile phones, different Global System for Mobile communication modulations) does not affect apoptosis and heat shock protein 70 level in peripheral blood mononuclear cells from young and old donors» / Capri M., Scarcella E., Bianchi E., et all. // Int. J. Radiat. Biol 2004. – V. 80 (6). – P. 389–397.
8. Balci M., Devrim E., Durak I. «Effects of Mobile Phones on Oxidant/Antioxidant Balance in Cornea and Lens of Rats» / Balci M., Devrim E., Durak I. // Current Eye Research. – 2007. – V. 32. – P. 21–25.
9. Николаева О.В., Шевченко А.Н., Шутова Н.А. Патофизиология системы крови: учеб. пособие для иностранных студентов / О.В. Николаева, А.Н. Шевченко, Н.А. Шутова и др. – Х. «Цифровая типография № 1», 2012. – 152 с.
10. Запорожан В.М., Напханюк В.К., Горянова Н.О. Морфологія клітин крові лабораторних тварин і людини: Атлас / В.М. Запорожан, В.К. Напханюк, Н.О. Горянова – Одеса: Одес. Держ. мед. ун-т, 2002. – 118 с.
11. Ещенко В.Е. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на состояние гликокаликса эритроцитов кролика / В.Е. Ещенко, О.В. Ещенко// Применение лазеров в медицине и биологии: Матер. XXXIX Международн. Научно-практ. конф., Харьков, 22-24 мая, 2013 г. / ХНУ им. В.Н. Каразина. – Х. 2013. – С. 103-104.
12. Рибалко С.Ю. Фізіологічні реакції еритроцитів людини на дію низько інтенсивного електромагнітного випромінювання надзвичайно високої частоті / С.Ю. Рибалко / Автореферат дисертації на здобуття наукового ступенякандидата біологічних наук. – Таврійський національний ун-т ім. В.І. Вернадського. – Сімферополь – 2003.
13. Кривенцов М.А., Бессалова Е.Ю. и др. Количественные изменения периферической крови крыс после облучения / М.А. Кривенцов, Е.Ю. Бессалова, Н.В. Девятова та ін.// «Біологічні дослідження – 2014»: Збір. наук. праць V Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів. – Київ. 2014. – С. 343-346.
14. Хорсева Н.И. Экологическое значение естественных электромагнитных полей в период внутриутробного развития человека: автореф. дис. канд. биол. наук / Ин-т биохим. физики РАН. – М.: Медицина, 2004. – 20 с.
15. Западнюк И.П., Западнюк В.И. и др. Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте / И.П. Западнюк, В.И. Западнюк, Е.А. Захария, Б.В. Западню – Киев, 1983. – 54 с.
16. Поврознюк В.В., Гопкалова И.В., Григорева Н.В. Інтегральна оцінка репродуктивної функції самців лабораторних гризунів: метод. реком. / В.В. Поврознюк, И.В. Гопкалова, Н.В. Григорева // Пробл. старения и долголетия – К. – 2011. – Т. 20. – № 4. – С. 393-397.
17. Лабораторные методы исследования в клинике. Справочник (под. ред. В.В. Меньшикова). – М.: Медицина, 1987. – 368 с.
18. Медик В.А., Токмачев М.С., Фишман Б.Б. Статистика в медицине и биологии (руководство в 2-х томах) / В.А. Медик, М.С. Токмачев, Б.Б. Фишман – М.: Медицина. – 2001. – 764 с.
19. Li S.H., Chow K.C. Magnetic field exposure induces DNA degradation / Li S.H., Chow K.C. // Biochem Biophys Res Commun. – 2001. – V. 280 (5). – P. 1385–1388.

Шутова Н.А., Сулхдост И.А., Шутова И.В.
Харьковский национальный медицинский университет

ВЛИЯНИЕ ЭМИ ДИАПАЗОНА 895-905 МГЦ РАЗНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НА КЛЕТОЧНЫЙ СОСТАВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ 3-Х МЕСЯЧНЫХ КРЫС

Аннотация
В работе исследовано влияние кратковременного (30 минут/сутки) и длительного (2 часа/сутки) ЭМИ диапазона 895-905 МГц на реакции периферической крови 3-х месячных крыс, где возраст животных соответствует подростковому возрасту человека. Установлено, что ЭМИ исследованного диапазона негативно влияет на количественный и качественный состав периферической крови крыс: о чем свидетельствует развитие эритропения и лейкопении в обеих группах животных. Показано, что выраженность этих реакций зависят от длительности воздействия ЭМИ.
Ключевые слова: электромагнитное излучение, реакции периферической крови.

Shutova N.A, Sulhdost I.A, Shutova I.V.
Kharkiv National Medical University

ELECTROMAGNETIC RADIATION RANGE 895-905 MHZ VARYING DURATION AT THE CELLULAR COMPOSITION OF PERIPHERAL BLOOD 3-MONTH OLD RATS

Summary
In the work was studied the effect of short-term and long-term electromagnetic fields in the range of 895-905 MHz on reactions of peripheral blood of three-month rats. The age of animals fits to the 14 years old age of humans according to the table of periodization animal's age to the human's age. It was found that the electromagnetic fields in this range can negative affect on a quantitive and qualitive composition of peripheral blood of rats: this is evidenced by the development of erythropenia and leukopenia in both experimental groups. It was also shown that the severity of these reactions depends on the time of electromagnetic fields effect on the organism.
Keywords: electromagnetic fields, reactions of the blood.