

УДК: 616.12 - 008.1: 576.31: 528.811: 616.441 - 002 - 089.87: 611 - 092.9

**В. В. Кошарный,****В. Г. Рутгайзер,****Л. В. Абдул - Оглы,****В. И. Магро,****В.В. Кумченко**

ГУ "Днепропетровская медицинская академия МОЗ Украины";  
Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара  
КУ "КОСМП ДОК" отделение интенсивной терапии №2, г. Днепр

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У КРЫС ПОСЛЕ ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

**Ключевые слова:** кровь, СВЧ - излучение.

**Резюме.** В настоящее время еще остается много нерешенных вопросов о действии электромагнитного излучения разного диапазона на отдельно взятые органы и системы, а также является актуальным изучение действия этого фактора на биологические среды организма. Нами проводилось исследование действия СВЧ - излучения на показатели периферической крови половозрелых крыс в зависимости от времени экспозиции. Целью исследования являлось изучение закономерности изменений периферической крови у крыс при действии СВЧ-излучения с экспозицией 45 и 120 минут. Объектом исследования послужили 18 половозрелых самцов крыс, приблизительно 5 - 6 месячного возраста, массой 180 - 250 г. Животные были распределены на 3 группы. Первая группа - контроль, вторая - крысы, которые получали сеансы СВЧ - излучения с экспозицией 45 минут, третья - крысы, которые получали сеансы СВЧ - излучения с экспозицией 120 минут. Облучения проводили генератором сигналов высокочастотным - Г4-83 (7,5 - 10,5 ГГц) с частотой 10 ГГц, длиной волны 3 см, экспозицией 45 и 120 минут на все тело в целом на протяжении 10 суток. В контрольной группе показатели периферической крови существенно не изменялись на протяжении эксперимента. У крыс, которые получали сеансы СВЧ - излучения с экспозицией 45 минут, все показатели оставались близкими к показателям нормы. У крыс, которые получали сеансы СВЧ - излучения с экспозицией 120 минут, наблюдались следующие изменения: увеличение палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов, моноцитов, появление молодых форм лейкоцитов, эритроцитопения, анемия, лимфоцитопения.

Работа является фрагментом научных разработок кафедры клинической анатомии, анатомии и оперативной хирургии ГУ "Днепропетровской медицинской академии МОЗ Украины" по теме: "Морфофункциональное состояние органов и тканей экспериментальных животных и человека в онтогенезе в норме и под воздействием внешних и внутренних факторов" (№ государственной регистрации: 0ПУ009598).

### Введение

Научно-технический прогресс, который принёс в нашу жизнь разные блага и комфорт в виде те-

левидения, мобильной связи, оргтехники, бытовой техники, в то же самое время подвергает нас постоянному воздействию электромагнитного излучения, которое оказывает неоднозначное влияние на организм человека, в целом, и на сердечно-сосудистую систему, в частности.

Электромагнитное излучение относится к экогенным физическим факторам среды воздействия, которое может вызывать значительные изменения в организме человека как позитивного, так и негативного характера. Большое количество приборов, которое используется на производстве, являются источником электромагнитно-

го излучения [1]. На сегодня остаётся много нерешённых вопросов о действии электромагнитного излучения разного диапазона на отдельно взятые органы и системы. Однако известно, что электромагнитное излучение широко используется в медицине. Используются для диагностических целей: аппараты ультразвуковой диагностики, рентгенологические исследования, спектральный анализ; а также для лечения больных: рентгенологическое и гамма-облучение онкобольных, физиотерапевтические процедуры, магнитотерпия, УВЧ-терапия, лечение КВЧ-диапазоном и электросон [3]. Было установлено, что нервная, эндокринная и сердечно-сосудистая системы первыми реагируют на действие электромагнитного излучения [4]. Кровь - пример гармонии клеток с омывающей их средой. Ключевых биохимических или физиологических звеньев, обеспечивающих обычную жизнедеятельность нет, а есть лишь их согласованное взаимодействие [5]. Нарушения же проявляются в характерных сдвигах лабораторных показателей, которые мы определяли после влияния сверхвысоких частот электромагнитного излучения у экспериментальных животных.

#### **Цель исследования**

Проанализировать закономерности изменений показателей периферической крови у крыс после действия СВЧ - электромагнитного излучения.

#### **Материал и методы**

Материалом послужили 18 половозрелых крыс, 5-6 месяцев, массой 180 - 250 г. Материал нами получен из вивария Днепропетровской медицинской академии. Перед началом эксперимента все крысы были осмотрены, взвешены, учтён их возраст, а также двигательная активность и состояние кожи. После внешнего осмотра и отбраковки начинали эксперимент параллельно с контрольной группой. Весь период подготовки к эксперименту, во время его проведения, крысы находились в виварии ДМА при температуре 20-25°C, влажности не менее 50%, в хорошо проветриваемом помещении и световом режиме день / ночь, в стандартных пластиковых клетках, не более пяти особей в каждой, при стандартном рационе питания: суточная потребность взрослой крысы составляет в среднем 30-32 г. Все крысы, участвующие в эксперименте, имели здоровый вид и были активны. Исследование периферической крови проводилось в клинично-диагностической лаборатории на базе больницы №6 с разрешения главного врача в рамках договора о совместной работе между ДМА и названным ле-

чебным учреждением о соблюдении этических и законодательных норм и требований в выполнении научных морфологических и лабораторных исследований.

Животные были разделены на три группы. Первая группа - контроль - половозрелые самцы, которые не подвергались воздействию электромагнитного излучения; вторая группа - самцы, которые находились под воздействием СВЧ - излучения с экспозицией 45 минут; третья группа - самцы, которые находились под воздействием СВЧ - излучения с экспозицией 120 минут. Данное распределение дало возможность дифференцировать изменения показателей периферической крови в связи с влиянием электромагнитного излучения с учётом времени экспозиции. В процессе эксперимента проводилось 10 сеансов облучения генератором в СВЧ - диапазоне. Забор крови производили из хвостовой вены на 11-е сутки эксперимента, после облучения. В результатах лабораторных методов исследования периферической крови определяли в процентном отношении показатели лейкоформулы: палочкоядерные нейтрофилы (п), сегментоядерные нейтрофилы (с), эозинофилы (э), моноциты (м), лимфоциты (л) и дополнительно уровень гемоглобина и лейкоцитов.

В эксперименте использовался генератор сигналов высокочастотный - Г4-83 (7,5 - 10,5 ГГц). Характеристики излучения: частота -10 ГГц, длина волны -3 см, экспозиция- 45 и 120 минут, ежедневно на протяжении 10 дней на все тело в целом при помощи рупора пирамидального - тип П 6-23А с плотностью потока мощности  $1,1 \cdot 10^{-3}$  Вт/м<sup>2</sup>. Данный эксперимент проводился на кафедре прикладной и компьютерной радиофизики Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара (с которой был заключён договор о совместной работе).

#### **Обсуждение результатов исследования**

По результатам лабораторных данных исследования показателей периферической крови было установлено, что референтные значения в периферической крови у крыс (контрольная группа) и после воздействия СВЧ-излучения имели существенные различия, учитывая время экспозиции. У самцов контрольной группы мы выделили средние значения. Были проанализированы 6 наблюдений после действия электромагнитного излучения со временем экспозиции 45 минут (табл.1) и 6 наблюдений со временем экспозиции 120 минут (табл.2). Результаты показали стимулирующее и активизирующее влияние СВЧ-электромагнитного излучения на кровь при воздей-

Таблиця 1

## Показатели общего анализа крови у крыс в норме и после действия электромагнитного излучения со временем экспозиции 45 минут

Общий анализ крови	контрольная группа	№ 1	№2	№3	№4	№5	№6
эритроциты	5,3 -10 млн.	5,5	7,7	8,5	5, 8	9,5	9,7
лейкоциты	2,1-19,58 тыс.	7,6	6, 9	8,3	8,1	9,3	8,4
гемоглобин	140 – 180 г/л	142	152	157	146	166	171
лейкоформула: эозинофилы	0 – 3 %	0	0	3	1	1	1
палочкоядерные нейтрофилы	0 – 5 %	4	4	2	2	2	2
сегментоядерные нейтрофилы	12 – 31 %	33	31	34	23	23	23
лимфоциты	55 – 77 %	61	65	56	71	71	71
моноциты	1 – 5 %	2	4	5	3	3	3

Таблиця 2

## Показатели общего анализа крови у крыс в норме и после действия электромагнитного излучения со временем экспозиции 120 минут

Общий анализ крови	контрольная группа	№ 1	№2	№3	№4	№5	№6
эритроциты	5,3 -10 млн.	3,7	3,8	3,2	4, 2	4,5	5,1
лейкоциты	2,1-19,58 тыс.	2,4	1,8	3,2	2,1	5,4	5,6
гемоглобин	140 – 180 г/л	131	112	116	110	108	124
лейкоформула: эозинофилы	0 – 3 %	3	1	0	1	0	2
палочкоядерные нейтрофилы	0 – 5 %	7	7	6	7	6	6
сегментоядерные нейтрофилы	12 – 31 %	42	38	41	42	36	32
лимфоциты	55 – 77 %	38	41	36	32	40	39
моноциты	1 – 5 %	10	13	11	16	18	21

ствии 45 минут и угнетающее, деструктивное влияние СВЧ-электромагнитного излучения на форменные элементы периферической крови при воздействии 120 минут.

После воздействия СВЧ-излучения с экспозицией 45 минут мы получили следующие результаты анализа крови, показатели которых соответствовали норме, за исключением незначительного увеличения сегментоядерных нейтрофилов до 39 %. Таким образом, в результате наших исследований можно сделать вывод, что влияние сверхвысоких частот электромагнитного излучения с экспозицией 45 минут благоприятно влияет на состав показателей периферической крови, ока-

зывая стимулирующее и компенсаторно-приспособительное воздействие в сравнении с контрольной группой, что интерпретировалось нами как положительное действие электромагнитного излучения с данными характеристиками (рис. 1, 2).

В результате лабораторных методов исследования в периферической крови крыс, получавших сеансы СВЧ - излучения после 120 минут экспозиции, было установлено увеличение палочкоядерных нейтрофилов (молодые клетки) до 7 % и моноцитов до 21 % (выраженный моноцитоз), а также сегментоядерных нейтрофилов до 42%, так как гранулоциты после воздействия СВЧ-из-

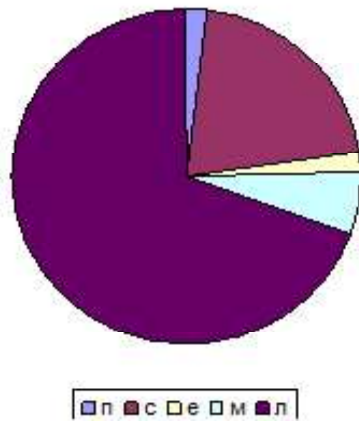


Рис. 1. Показатели периферической крови крыс в контрольной группе в %

лучения способны к фагоцитозу, что означает повышенную их мобилизацию в очаге воспаления и снижение количества лимфоцитов - клеток, характеризующих защитные свойства организма, которое снижается после воздействия СВЧ - излучения до 32 - 41 %. Полученные данные позволяют судить о снижении реактивности организма подопытных животных при действии электромагнитного излучения, что может неблагоприятно сказаться на жизнедеятельности крысы, в целом, а так же на сердечно - сосудистой системе, в частности. Так, учитывая выраженный моноцитоз, можно судить об усилении реактивных и агрессивных способностей организма, как результат усиленной гибели клеток в связи с воздействием данного диапазона электромагнитного излучения, что также характерно при воспалительном процессе в крови. Также учитывая, что моноциты неразрывно взаимосвязаны с макрофагами, так как макрофаги - результат созревания моноцитов и, следовательно, с макрофагальной функцией, которая состоит в осуществлении фагоцитоза - уничтожении чужеродных тел, то и увеличение их количества косвенно свидетельствует о негативном воздействии сверхвысоких частот электромагнитного излучения на формулу крови у крысы. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что после воздействия сверхвысоких частот электромагнитного излучения с экспозицией 120 минут возникают изменения, которые мы оценивали как негативное влияние. Так как нарушения проявлялись в характерных сдвигах лабораторных показателей: увеличение палочкоядерных нейтрофилов - до 7 %; сегментоядерных нейтрофилов - до 42 %; моноцитов - до 21 %; уменьшение лимфоцитов - до 32 %.

Особо следует отметить увеличение молодых форм гранулоцитарных лейкоцитов, умень-

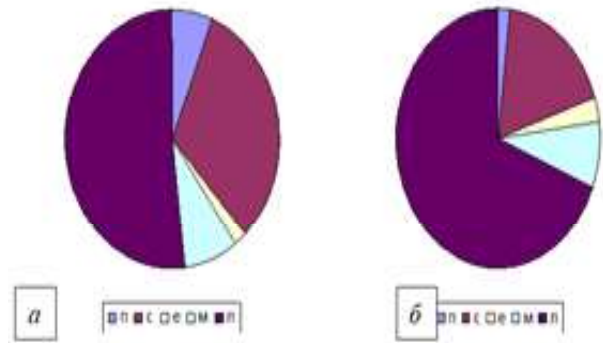


Рис.2. Показатели периферической крови крыс после воздействия в течение 45 минут (а) и 120 минут (б) электромагнитного излучения в %

шение зрелых сегментоядерных нейтрофилов, что свидетельствует об уменьшении продолжительности жизни нейтрофилов и остроте процесса, что характеризуется увеличением эозинофилов и базофилов. Такие показатели лейкоцитарной формулы крови возможны при заболеваниях крови. Также обращает внимание снижение уровня гемоглобина и эритроцитов, характерное для анемичного синдрома. Таким образом, влияние сверхвысоких частот электромагнитного излучения в течение 120 минут неблагоприятно влияет на показатели периферической крови, которые являются косвенными признаками нарушений физиологически протекающих в организме процессов, замедления окислительно-восстановительных реакций, гипоксических проявлений, снижения и ослабления иммунного ответа и реактивности, что не может не отразиться на жизнедеятельности и продолжительности жизни крысы в целом.

### Выводы

Результат анализа крови крыс позволяет сделать вывод об усилении реактивных способностей организма и о стимулирующем влиянии СВЧ-излучения при 45 минутном облучении как компенсаторном механизме, а также о влиянии электромагнитного СВЧ-излучения при экспозиции 120 минут, которое привело к изменению показателей лейкоцитарной формулы, уровня гемоглобина и эритроцитов. Итак, распределение по группам влияния СВЧ - излучения на показатели крови у крыс были следующие:

1. В первой группе показатели периферической крови соответствовали норме (здоровые половозрелые самцы).

2. Во второй группе после 45 минут облучения показатели были или в пределах нормы или у верхней её границы.

3. В третьей группе после 120 минут облучения отмечались выраженные нарушения, которые характеризовались нейтрофилезом с нейтрофильным сдвигом влево, моноцитозом, появлением молодых форм лейкоцитов, анемией, эритроцитопенией, лимфоцитопенией, то есть угнетением форменных элементов крови.

### Перспективы дальнейших исследований

В дальнейшем будут рассмотрены результаты лабораторных биохимических анализов крови у крыс после действия СВЧ - электромагнитного излучения

**Литература.** 1. Влияние электромагнитного излучения на органогенез / Кошарный В. В., Абдул - Оглы Л. В., Шаторная В. Ф., Савенкова О. О [и др.]. - Днепро-петровск: Пороги, 2012. - 236 с. 2. Девятков Н. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Н. Д. Девятков, М. Б. Голант О. В. Бецкий // Москва "Радио и связь" - 1991. 169 с. 3. Лебедева А. Ю. Итоги и перспективы применения миллиметровых волн в кардиологии / А. Ю. Лебедева // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 2002. - Т. 25, № 1. - С. 21-23. 4. Лебедева Н. Н. Экспериментально-клиническое исследование в области биологических эффектов миллиметровых волн / Н. Н. Лебедева, Т. И. Котровская // Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 1999. - Т. 15, № 2. - С. 3-14. 5. О биохимическом воздействии миллиметровых излучений на биологические процессы / Жуковский А. П., Резункова О. П., Сорвин С. В. [и др.]. - Миллиметровые волны в биологии и медицине. - 1993. - № 2. - С. 36-43.

### ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ КРОВІ У ЩУРІВ ПРИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

*В. В. Кошарний, В. Г. Рутгайзер, Л. В. Абдул - Огли, В. І. Магро, В. В. Кумченко*

**Резюме.** На теперішній час ще залишається багато невирішених питань про дію електромагнітного випромінювання різного діапазону на окремо взяті органи і системи, а також є актуальним вивчення дії цього фактора на біологічні середовища організму. Нами проводилось дослідження дії СВЧ-випромінювання на показники периферійної крові статевозрілих щурів в залежності від часу експозиції.

Метою дослідження було вивчення закономірностей змін периферійної крові у щурів при дії СВЧ - випромінювання з експозицію 45 та 120 хвилин. Об'єктом дослідження послужили 18 статевозрілих самців щурів, приблизно 5-6 місячного віку, масою 180 - 250 г. Тварини були розподілені на 3 групи. Перша група - контроль, друга - щури, що отримували сеанси СВЧ - випромінювання з експозицію 45 хвилин, третя - щури, що отримували сеанси СВЧ - випромінювання з експозицію 120 хвилин. Опромінення проводили генератором сигналів височастотним Г4-83 (7,5 - 10,5 ГГц) з частотою 10 ГГц, довжиною хвилі 3 см, експозицією 45 та 120 хви-

лин щодня на все тіло вцілому протягом 10 діб.

В контрольній групі показники периферійної крові суттєво не змінювались протягом експерименту. У щурів, що отримували сеанси СВЧ - випромінювання з експозицію 45 хвилин, всі показники залишались близькими до показників норми. У щурів, що отримували сеанси СВЧ-випромінювання з експозицію 120 хвилин, спостерігались наступні зміни: збільшення паличкоядерних і сегментоядерних нейтрофілів, моноцитів, поява молодих форм лейкоцитів, еритроцитопенія, анемія, лімфоцитопенія.

**Ключові слова:** кров, СВЧ - випромінювання.

### CHANGE OF THE BLOOD INDEXES RATS FOLLOWING THE INFLUENCE OF THE ELECTROMAGNETIC RADIATION

*V.V. Kocharniy, V.G. Rutgaizer, L.V. Abdul - Ogly, V.I. Magro, V.V. Kumchenko*

**Abstract.** At present there are still a lot of open questions about the influence of electromagnetic radiation of a different range on the separately taken organs and systems, and the study of influence of this factor on the biological environments of organism is actual as well. The authors carried out the research of electromagnetic radiation influence on the indexes of the peripheral blood of rats.

The purpose of the research is to study conformities to the natural laws of peripheral blood changes in rats while influencing electromagnetic radiation by a display of 45 and 120 min. The object of the research were 18 rats, approximately of 5-6 monthly age, by mass of 180-250 gr. Animals were distributed into 3 groups. The first group was the control which did not have the seance of electromagnetic radiation, the second group of rats which got the sessions of electromagnetic radiation by 45 min display, the third group of rats which received the sessions of electromagnetic radiation by 120 min display. The irradiations were conducted by a high-frequency signal generator G4-83 with frequency 10 Ggts, the wavelength of 3 cm by 45 and 120 min. display on the whole body during 10 days.

In a control group the indexes of the peripheral blood substantially did not change during the experiment, in the second group of rats which got the seances of electromagnetic radiation by 45 min display 45, all indexes remained near to the standard indices, in third group of rats which got the sessions of electromagnetic radiation by 120 min display there was an increase of neutrophil, monocytes appearance of young forms of leucocytes, erythrocytopenia, anemia and lymphocytopenia.

**Key words:** blood, electromagnetic radiation.

HSEE of Ukraine "Dnepropetrovsk medical academy of MPH of Ukraine

HSEE of Ukraine "O.Gonchar Dnepropetrovsk national university"

*Clin. and experim. pathol.-2017.-Vol.16, №2(60),p.2.-P.28-32.*

*Надійшла до редакції 25.04.2017*

*Рецензент – проф. В.І. Федів*

© *В.В. Кошарний, В.Г. Рутгайзер, Л.В. Абдул-Оглы,*

*В.І. Магро, В.В. Кумченко, 2017*