

УДК 613.648:68:616–07:616.15:615.83

© С. Ю. Рыбалко, С. Г. Ященко, П. Н. Колбасин, 2013

МОНИТОРИНГ ВЛИЯНИЯ НИЗКОИНТЕНСИВНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ И МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА

С. Ю. Рыбалко, С. Г. Ященко, П. Н. Колбасин

Кафедра медицинской физики и информатики (зав. – доц. П. Е. Григорьев); кафедра общей гигиены и экологии (зав. – проф. С. Э. Шибанов), ГУ «Крымский государственный медицинский университет им. С. И. Георгиевского». 95006 Украина, г. Симферополь, бул. Ленина 5/7. E-mail: yswet.met@mail.ru

MORING EFFECTS OF THE LOW – INTENSITY ELECTROMAGNETSC RADIATION AND MORFOLOGSCAL CHANGES OF HUMAN BLOOD ERYTHROCYTES

S. Y. Rybalko, S. G. Yashchenko, P. N. Kolbasin

SUMMARY

Today, the usage of communication devices is one of the major anthropogenic factors of biotropic effect on the human body. In order to estimate the chronic effect of anthropogenic electromagnetic radiation (EMR), the cumulative dose of electromagnetic loads (IDEL) was calculated. Statistical analysis of the monitoring results revealed significant correlations between IDEL and functional changes in the index (IFC) in cardio – vascular system and biological age. The correlation between the biological age and blood group system AB0 has been studied, too. In the course of serological tests in vitro, a change in the avidity of agglutination in AB0 and Rh irradiation treatment group equivalent IDEL was revealed.

МОНИТОРИНГ ВПЛИВУ НИЗЬКОІНТЕНСИВНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА МОРФОФУНКЦІОНАЛЬНІ ЗМІНИ ЕРИТРОЦИТІВ КРОВІ ЛЮДИНИ

С. Ю. Рыбалко, С. Г. Ященко, П. М. Колбасин

РЕЗЮМЕ

На сьогоднішній день використання засобів комунікації є одним з основних антропогенних чинників, що мають біотропний вплив на організм людини. Для оцінки хронічної дії антропогенних електромагнітних випромінювань (ЕМВ) шляхом проведеного моніторингу була розрахована інтегральне дозове електромагнітне навантаження (ІДЕН). Статистична обробка результатів моніторингу виявила достовірний кореляційний взаємозв'язок між ІДЕН, індексом функціональних змін (ІФЗ) серцево – судинної системи та біологічним віком, а також визначен кореляційний зв'язок між біологічним віком і групою крові за системою АВ0. В ході серологічних реакцій in vitro виявлено зміну авідності реакції аглютинації по системі АВ0 і Rh при опроміненні дослідної групи еквівалентним ІДЕН.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, мобильный телефон, эритроциты, группа крови, резус-фактор, агглютинация.

Урбанизация, научно-технический процесс в последнее время становятся причиной загрязнения окружающей среды «электромагнитным смогом». Следовательно, вопрос исследования неблагоприятного влияния слабых электромагнитных излучений (ЭМИ) на человека в условиях населенных мест все более актуален.

Возможность ограничения неблагоприятного влияния ЭМИ является постоянным предметом научного обсуждения. В последние годы по этой проблеме появился ряд обобщающих работ [1, 2, 3, 4], однако она не может считаться исчерпанной. Решение фундаментальных задач в этой области затруднено отсутствием закономерностей распределения естественных и искусственных ЭМИ в среде обитания человека, трудностью статистического описания параметров излучений многих источников, распределенных в пространстве и имеющих различные режимы работы, что существенно сужает изучение характера, степени и основных за-

кономерностей влияния ЭМИ на различные уровни организации биосистем, пределы и возможности компенсаторно-приспособительных реакций организмов на это воздействие, достоверного определения экологического значения ЭМИ, их роли в патологии населения, прогнозирования состояния здоровья людей [5].

На данном этапе для изучения биологического действия ЭМИ на организм используют модельный подход организации эксперимента, в основе которого лежит применение различных генераторов, имитирующих условия воздействия. В качестве недостатка подобного подхода следует учесть невозможность моделирования реальной ситуации воздействия изучаемого фактора, о чем было сказано выше, в связи с чем, оптимальным, на наш взгляд является исследование влияния непосредственно самого устройства, а не генератора.

Механизм биологического действия слабых ЭМИ, как природного, так и техногенного проис-

хождения на живые организмы пока остается до конца не выясненным. Отсутствует и общепризнанная теория. Имеются сообщения о восприимчивости 30% людей к техногенным магнитным полям 0,01–2 Гц с индукцией до 2 мкТл (изменения выраженности медленных волн на электроэнцефалограмме). В настоящее время все больше внимания уделяется эффектам электромагнитного излучения (ЭМИ) ниже теплового уровня (10 мВт/см²), были получены данные о высокой чувствительности организма к слабым магнитным полям [6].

На основании данных литературы можно утверждать, что ЭМИ оказывают неблагоприятное влияние на организм и при определенных условиях это может послужить предпосылкой к формированию патологических состояний среди населения, подвергающегося хроническому воздействию этого излучения. ЭМИ приводят к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, развитие ряда заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз), что является генетически детерминированным. Сроки возникновения нарушений в организме при действии ЭМИ зависят от многих факторов: частотного диапазона, продолжительности воздействия, локализации облучения (общее или местное), его характера, при этом существенную роль играют индивидуальные особенности организма [7, 8].

Одним из факторов, приводящих к хроническому воздействию ЭМИ, является использование средств коммуникации, а именно персональных компьютеров и мобильных телефонов, активно пользуются которыми люди молодого возраста. В связи с этим целью нашего исследования является изучение влияния ЭМИ, объектом воздействия выбран мобильный телефон (МТ) частотой 1800 МГц, как наиболее часто используемое устройство коммуникации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для формирования более полной картины влияния ЭМИ МТ был проведен первый этап исследования, а именно мониторинг, в котором приняли участие 286 клинически здоровых волонтеров обоего пола в возрасте 18–26 лет. Определение электромагнитной нагрузки (ЭМН) проводилось при помощи разработанной анкеты, в которой респонденты указывали марку МТ, т.н. Specific Absorbption Rate (SAR), количество входящих/исходящих звонков, их продолжительность в сутки, количество Short Messaging Service (SMS) – сообщений, количество лет пользования МТ. Затем производился расчет индивидуальной дозовой

электромагнитной нагрузки (ИДЭН) по разработанной авторской формуле. Рассчитывался индекс функциональных изменений (ИФИ) сердечно – сосудистой системы и биологический возраст (БВ) с выведением коэффициента (КБВ). Полученные результаты легли в основу второго этапа исследования на клеточном уровне *in vitro*, в котором приняло участие 84 волонтера, у которых бралась венозная кровь с различными группами по системе АВ0 и резус – фактором, стабилизировалась и путем центрифугирования отбиралась плазма содержащая агглютинины, двукратно отмывались эритроциты содержащие агглютиногены. Далее формировали одну контрольную и две опытные группы. Опытные образцы подвергались воздействию ЭМИ МТ, отвечающему усредненной SAR и рассчитанной средней ИДЭН определенной по результатам первого этапа исследования. В опытных – перед реакцией агглютинации (РА) облучали эритромассу (Э) или плазму (П). РА проводили по следующей схеме: Э II группы смешивали с П III группы, Э III группы с П II группы, Э IV соответственно с П I группы. В контрольной группе реакция агглютинации (РА) проходила между необлученной Э помещенными в необлученную П. В ходе РА наблюдаемой при микроскопировании пластинчатым методом определялись количественные и временные параметры реакции. Проводили расчет коэффициента агглютинации (КА).

Статистическую обработку проводили в Microsoft Excel и прикладном пакете Medstat с использованием параметрических и непараметрических критериев

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ результатов, полученный при первом этапе исследования, показал, что среднесуточное количество звонков составило 14,37±1,48, SMS – сообщений – 13,12±1,71, длительность разговоров – 37,13 ±4,09 мин, продолжительность пользования МТ для выхода в Интернет – 37,76±7,56 мин, возраст начала и количество лет пользования МТ 13,01±0,25 и 6,49±0,20 соответственно. При расчете интегрального показателя ИДЭН его медиана составила– 3057,01±547,4 Дж/кг в сутки, SAR – 0,89±0,055 Вт/10 г. При расчете интегрального показателя ИФИ медиана была равна 2,152 ±0,039 балла. КБВ был равен 1,07±0,039.

При проведении статистической обработки результатов мониторинга были выявлены следующие закономерности: обнаружена достоверная корреляционная связь между ИДЭН и ИФИ сердечно – сосудистой системы ($R>0$ ($R= 0,334$), на уровне значимости $p=0,046$), ИДЭН и КБВ ($R>0$ ($R= 0,766$), на уровне значимости $p<0,01$). Также была выявлена необычная взаимосвязь между КБВ и группами крови по системе АВ0, обнаруженная

Таблица 1

Коэффициенты агглютинации (КА), полученные в ходе эксперимента с кровью по системе АВ0 (M±m)

Стат. параметры	Активность α и А			Активность β и В			Активность αβ и АВ		
	К (n=20)	α (n=20)	А (n=22)	К (n=20)	β (n=20)	В (n=22)	К (n=20)	αβ (n=22)	АВ (n=20)
М	0,57	0,575	0,53	0,565	0,81	0,72	0,485	0,65	0,685
m	0,097	0,106	0,114	0,097	0,023	0,048	0,099	0,072	0,044
p		>0,05	>0,05		<0,02	<0,05		>0,05	<0,05

Примечания: 1. К – контроль. 2. α – активность α-агглютининов (облученная П) в отношении А – агглютиногенов (необлученная Э) при проведении реакции агглютинации пластинчатым методом. 2. А – активность агглютиногенов А (облученная Э) в отношении α-агглютининов (необлученная П) при проведении реакции агглютинации. Активность β и В, αβ и АВ – соответственно. 3. p – достоверность различий в сравнении с контролем.

Таблица 2

Коэффициенты агглютинации (КА), полученные в ходе эксперимента с кровью по системе Rh (M±m)

Группы	Антигены		
	D	C	E
Контроль	0,800±0,033	0,357±0,045	0,687±0,044
Опыт	0,620±0,039	0,179±0,043	0,574±0,0512
p	<0,01	<0,01	<0,03

Примечания: 1. D – активность антигена D при проведении реакции агглютинации на стекле между облученными эритроцитами, содержащими D-антиген и необлученными моноклональными антителами. С и E – аналогично. 2. p – достоверность различий в сравнении с контролем.

по непараметрическому критерию (коэффициент корреляции Кендалла $Tau = -0,237$, на уровне значимости $p = 0,03$).

Второй этап исследования позволил в эксперименте изучить изменения, происходящие в эритроцитах (84 образца) под воздействием ЭМИ МТ. Результаты приведены в таблице 1.

Таким образом, следует, что ЭМИ МТ может изменить avidность реакции агглютинации.

В ходе работы с образцами крови по системе Rh (67 образцов) было установлено снижение коэффициента агглютинации (табл. 2) при облучении эритроцитов *in vitro* в реакции прямой агглютинации антигенов D, C и E с моноклональными антителами.

Можно предположить, что уменьшение коэффициента агглютинации при облучении антигенов системы Rh связано с воздействием ЭМИ на конформацию белковой молекулы.

ВЫВОДЫ

1. Была выявлена достоверная корреляционная связь ИДЭН с ИФИ сердечно – сосудистой системы ($R > 0$ ($R = 0,334$), на уровне значимости $p = 0,046$), ИДЭН и КБВ ($R > 0$ ($R = 0,766$), на уровне значимости $p < 0,01$) и рассчитана корреляционная зависимость КБВ и групп крови (AB0) путем применения непараметрического критерия Кендалла ($Tau = -0,237$, на уровне значимости $p = 0,03$).

2. ЭМИ МТ с $SAR = 0,89$ Вт/10г вызывает достоверные увеличение КА при облучении плаз-

мы, содержащей β – агглютинины с $0,565 \pm 0,097$ до $0,81 \pm 0,023$, на уровне значимости $p < 0,02$, эритромаcсы, содержащей В – агглютиногены с $0,565 \pm 0,097$ до $0,72 \pm 0,048$, на уровне значимости $p < 0,05$, и эритромаcсы, содержащей АВ агглютиногены с $0,485 \pm 0,099$ до $0,685 \pm 0,044$ на уровне значимости $p < 0,05$.

3. Достоверно установлено снижение коэффициента агглютинации по системе Rh при облучении эритроцитов *in vitro* в реакции прямой агглютинации антигенов D с $0,800 \pm 0,033$ до $0,620 \pm 0,039$, на уровне значимости $p < 0,01$; антигенов C и E с $0,357 \pm 0,045$ до $0,179 \pm 0,043$ ($p < 0,01$) и $0,687 \pm 0,044$ до $0,574 \pm 0,051$ ($p < 0,03$) соответственно с моноклональными антителами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирюлин В.И Организация выбора мероприятий по улучшению электромагнитной обстановки / В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов, О. М. Ларин, Н. В. Хорошилов // Естеств. и техн. науки. – 2009. – № 3 (41). – С.297–298.
2. Маслов М. Ю. Задачи электромагнитной экологии в теории и практике излучающих систем / М. Ю. Маслов, М. Ю. Сподобаев, Ю.М. Сподобаев // Электросвязь. – 2011. – № 12. – С.28–35.
3. Любомудров А. А. Основы безопасности при работе с источниками электромагнитных полей. – М.: АНО «ИБТ», 2011. – 164 с.
4. Довгуша В. В. Влияние естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность

жизнедеятельности / В. В. Довгуша, М. Н. Тихонов, Л. В. Довгуша // Экология человека. – 2009. – № 12. – С. 3–9.

5. Рыбалко С. Ю. Медико – биологические аспекты воздействия электромагнитного излучения мобильного телефона / С. Ю. Рыбалко, И. А. Грецкий, Ю. В. Бобрик, С. Г. Яценко // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2011, том 1, № 1. – С. 118–123.

6. Crasson M. Absence of daytime 50 Hz, 100 μ T_{rms} magnetic field or bright light exposure effect on human perform. P... ance and psychophysiological parameters

/M. Crasson et al. // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, N 3. – P. 222–233.

7. Овсянников В. А. Дети и электромагнитная обстановка в Санкт-Петербурге // Человек и электромагнитные поля: сб. докл. III междунар. конф., Саров, 24–27 мая 2010. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2010. – С.288–294.

8. Новиков С. В. Влияние электромагнитных полей на человека // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: тр. всерос. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 5–8 мая 2009. Ч.IV. Техн. науки. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – С.296–301.