



Научная статья

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБСТАНОВКА, СОЗДАВАЕМАЯ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗЬЮ, КАК ФАКТОР РИСКА ПОВЫШЕНИЯ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ

С.Э. Шибанов, С.Г. Яценко, С.Ю. Рыбалко

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Россия, 295051, Симферополь, бульвар Ленина, 5/7

Изучены энергетические и временные параметры электромагнитной обстановки, создаваемой терминалами мобильной связи на территории Крыма, и выявлены зависимости заболеваемости болезнями системы кровообращения населения республики от электромагнитной обстановки.

Электромагнитная обстановка определялась по плотности потока энергии терминалов, среднесуточной электромагнитной экспозиции и индивидуальной электромагнитной нагрузке. Проведен корреляционный анализ полученных данных с распространенностью болезней системы кровообращения.

В результате измерений электромагнитной обстановки, создаваемой терминалами в регионе, за период с марта 2019 г. по февраль 2020 г. (4204 измерения в точках активной эксплуатации населением мобильной связи) получены следующие данные: среднее значение плотности потока энергии составило $1,43 \pm 0,04$ мкВт/см², индивидуальная электромагнитная нагрузка $117,80 \pm 6,55$ (мкВт/см²)-мин, среднесуточная электромагнитная экспозиция – $60,56 \pm 1,15$ мин.

При статистической обработке параметров электромагнитной обстановки и значений распространенности основных болезней системы кровообращения по Республике Крым выявлены достоверные корреляционные связи: показателя общей заболеваемости болезнями системы кровообращения с энергетической (плотность потока энергии ($Tau = 0,399$; $p < 0,01$)) и интегральной (индивидуальная электромагнитная нагрузка ($Tau = 0,437$; $p < 0,01$)) характеристиками электромагнитного излучения; показателя общей заболеваемости болезнями, протекающими с повышением кровяного давления, с индивидуальной электромагнитной нагрузкой ($Tau = 0,377$; $p = 0,01$); показателя первичной заболеваемости болезнями, протекающими с повышенным кровяным давлением, со всеми характеристиками электромагнитного излучения: плотности потока энергии ($Tau = 0,304$; $p = 0,04$), индивидуальная электромагнитная нагрузка ($Tau = 0,342$; $p = 0,02$) и среднесуточная электромагнитная экспозиция ($Tau = 0,299$; $p = 0,04$); показателя первичной заболеваемости цереброваскулярными болезнями со среднесуточной электромагнитной экспозицией ($Tau = 0,411$; $p < 0,01$) как временной характеристикой изучаемого фактора.

Измеренные на территории Крыма энергетические и временные параметры электромагнитной обстановки, создаваемой терминалами мобильной связи, достоверно взаимосвязаны с распределением заболеваемости болезнями системы кровообращения и оказывают влияние на риск роста заболеваемости данным классом болезней у населения республики.

Ключевые слова: электромагнитные излучения, электромагнитная нагрузка, мобильный телефон, первичные заболевания, патология системы кровообращения.

Болезни системы кровообращения оказывают существенное влияние на трудовой и жизненный потенциал современного мирового общества, демографическую безопасность государства, и, являясь одной из основных причин смертности населения, представляют актуальную проблему для современной медицины [1, 2]. Однако заболеваемость населения болезнями системы кровообращения и ее последствия разнородны в ряде стран. Так, в исследо-

вании, проведенном коллективом авторов, на основе тенденций заболеваемости за 2001–2016 гг. в Великобритании, смоделированы и получены результаты продления жизни приблизительно на три года за десятилетие. Основным фактор – снижение частоты госпитализаций, прежде всего по поводу болезней системы кровообращения [2].

В Беларуси анализ статистических данных в некоторых регионах показал снижение первичной

© Шибанов С.Э., Яценко С.Г., Рыбалко С.Ю., 2021

Шибанов Сергей Эдуардович – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой гигиены общей с экологией (e-mail: seshibanov@mail.ru; тел.: 8 (3652) 554949; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9322-5836>).

Яценко Светлана Григорьевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены общей с экологией (e-mail: yswet.net@mail.ru; тел.: 8 (3652) 554949; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6817-8639>).

Рыбалко Сергей Юрьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры физики конденсированных сред, физических методов и информационных технологий в медицине (e-mail: kphis012@andex.ua; тел.: 8 (3652) 554949; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3809-4992>).

заболеваемости данным классом болезней на 16 % в период с 2011 по 2015 г. [3]. В России в 2018 г. отмечено увеличение зарегистрированных сердечно-сосудистых заболеваний на 12,68 % в сравнении с данными за 2010 г.¹ При рассмотрении за тот же период нозологических отдельных форм класса, к примеру, болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, зафиксирован рост заболеваемости на 28,12 %, в том числе с диагнозом, установленным впервые в жизни, – на 78,69 %¹. Пристальное внимание зарубежных исследователей направлено на традиционные факторы, влияющие на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (несбалансированное питание, низкая физическая активность, избыточный вес и пр.), и научно обоснованную их коррекцию [4]. В некоторых исследованиях акцентирован возраст пациентов, сделаны выводы о необходимости эффективных профилактических мероприятий у людей среднего и пожилого возраста [1]. В исследованиях отечественных ученых показано влияние климатогеографических и экологических факторов на отклонения в состоянии здоровья населения от общероссийских тенденций [5].

Наряду с этим существуют данные о влиянии электромагнитных излучений (ЭМИ) радиочастотного (РЧ) диапазона на формирование неканцерогенных рисков нарушения здоровья населения [6, 7]. Разрабатываются новые методики оценки интенсивности электромагнитного фона и экспозиции населения [8], исследуются возможные риски для здоровья населения в связи с загрязнением окружающей среды электромагнитными полями базовых станций сотовой связи [7]. Исследования уровней электромагнитных полей проводятся в том числе в контексте оценки экспозиции для населения [9].

Изучение эпидемиологической ситуации в отношении сердечно-сосудистых заболеваний в различных климатогеографических регионах является перспективным [5]. В этом ключе интересным регионом представляется Республика Крым, особенно на фоне проведения массовой реконструкции систем мобильной связи в республике. Это позволило сформулировать **цель данного исследования** – проанализировать энергетические и временные параметры электромагнитной обстановки, создаваемой терминалами мобильной связи на территории Крыма, и определить зависимость заболеваемости болезнями системы кровообращения (БСК) населения республики от электромагнитной обстановки.

Материалы и методы. Для проведения анализа первичной и общей заболеваемости населения по классам болезней системы кровообращения в Республике Крым были использованы данные статистических отчетных форм за 2015–2019 гг., полученные из ГБУ РК «Крымский медицинский информационно-аналитический центр». Анализу были подвергнуты показатели общей и впервые выявленной заболеваемости, рассчитанные на 100 тысяч

населения Крыма, по следующим классам Международной классификации болезней 10-го пересмотра с изменениями, внесенными в 2019 г.: болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, ишемические болезни сердца и цереброваскулярные болезни.

Для оценки электромагнитной обстановки были использованы: плотность потока энергии – энергетический параметр ЭМИ терминалов мобильной связи, среднесуточная электромагнитная экспозиция – временной параметр изучаемого фактора, и индивидуальная электромагнитная нагрузка – интегральный показатель, зависящий как от плотности потока энергии, так и от времени воздействия.

Электромагнитную обстановку в 22 административно-территориальных единицах Республики Крым определяли при помощи подвижного мониторинга плотности потока энергии в радиочастотном диапазоне излучения терминалов мобильной связи. Использовали измеритель ПЗ-34 (НТМ «Защита», г. Москва, РФ) с антенной АП 3-34 СВЧ. Антенна закреплялась на держателе совместно с двумя терминалами мобильной связи (ТМС) Samsung A30 на расстоянии 0,37 м от них и размещалась в боксе на багажнике автомобиля. В каждой точке измерения для анализа фона от сторонних источников ЭМИ РЧ-диапазона использовался портативный анализатор спектра MS2712E (Anritsu, США) с антенной Aaronia AG (Aaronia, Германия). Затем трехкратно в течение минуты на высоте 1,7 м определяли плотность потока энергии: фоновый уровень и последовательно от каждого ТМС в режиме голосовой связи с удаленным абонентом (при условии значения фона менее 0,5 мкВт/см²). Для каждого вызова определяли интервал доступа – время установления соединения, в течение которого ТМС имеет максимальную мощность электромагнитного излучения, и величина которого линейно связана с загруженностью мобильной сети в данном регионе [8]. Для определения средней длительности голосовой связи применялся метод краудсорсинга, заключающийся в сборе данных о времени использования ТМС при помощи добровольцев, получающих информацию о среднесуточном времени использования ТМС по отчетам о детализации звонков от МТС. Используя данные плотности потока энергии, индивидуальной электромагнитной нагрузки и поправочный коэффициент интервала доступа (нормировку текущего к минимальному значению в данном районе), рассчитывали индивидуальную электромагнитную нагрузку. Для оценки времени контакта населения с изучаемым фактором применяли среднесуточную электромагнитную экспозицию (СЭЭ) [8], рассчитанную с учетом указанных данных и среднесуточного числа вызовов, полученного по отчетам детализации звонков. Экспериментальные данные проверялись на нормальность распределения по Колмогорову – Смирнову. В рядах с нормальным распределением

¹ Здравоохранение в России. 2019: стат. сб. – М.: Росстат, 2019. – С. 70–78.

рассчитывалось среднее значение и ошибка среднего, в рядах с распределением, отличным от нормального, – медиана (Me), верхний и нижний квартили ($Q1$; $Q3$). Ряды с нормальным распределением проверялись на взаимосвязь линейным корреляционным анализом по Пирсону, ряды с распределением, отличающимся от нормального, – при помощи коэффициента ранговой корреляции Кендалла.

Результаты и их обсуждение. Анализ данных по заболеваемости БСК населения Крыма за 2015–2019 гг. позволил рассчитать медианы (Me ($Q1$; $Q2$)) показателей общей заболеваемости, которые составили: для БСК – 47 923,3 (43230,1; 51877,8) случая на 100 тысяч населения; повышенное кровяное давление – 18 266,6 (6877,7; 19747,5); ишемическая болезнь сердца – 19 543,9 (18742,1; 20740,2), а для цереброваскулярных заболеваний – 6 050,7 (5557,8; 6676,2). Таким образом, можно отметить, что болезни системы кровообращения в основном представлены ишемической болезнью сердца и болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением. Что касается первичной заболеваемости БСК у населения, то медиана первичной заболеваемости была равна: для БСК – 2 911,8 (2780,2; 4355,7); повышенное кровяное давление – 697,2 (688,2; 1187,0), ишемическая болезнь сердца – 906,6 (808,9; 1538,4); цереброваскулярные заболевания – 811,7 (774,2; 951,8). В этом контексте интересным представляется факт значительного увеличения доли, приходящейся на заболеваемость цереброваскулярными болезнями в составе первичной забо-

леваемости БСК, в сравнении с аналогичными показателями по общей заболеваемости БСК.

При экспериментальном исследовании электромагнитной обстановки, создаваемой ТМС в регионе за период с марта 2019 г. по февраль 2020 г. (4204 измерения в точках активной эксплуатации населения мобильной связи), получены результаты, приведенные в таблице.

Полученные средние значения плотности потока энергии находились в пределах от $0,94 \pm 0,03$ мкВт/см² (Белогорский район) до $2,04 \pm 0,06$ мкВт/см² (г. Симферополь), среднее значение плотности потока энергии по Крыму было равно $1,43 \pm 0,04$ мкВт/см², параллельно измеренный интервал доступа по Крыму находился в пределах от $6,35 \pm 0,19$ с (Джанкойский район) до $11,31 \pm 0,41$ с (г. Симферополь), среднее значение оказалось равным $9,05 \pm 0,41$ с. Среднесуточная длительность голосовой связи колебалась в диапазоне от $44,5 \pm 2,76$ мин (Первомайский район) до $67,51 \pm 3,07$ мин (г. Ялта) и в среднем по Крыму составила $56,94 \pm 2,77$ мин. Рассчитанная средняя по региону индивидуальная электромагнитная нагрузка была равна $117,80 \pm 6,55$ (мкВт/см²)·мин. При детализации данного показателя выявлены города (Симферополь ($254,11 \pm 11,51$ (мкВт/см²)·мин), Ялта ($156,44 \pm 6,17$ (мкВт/см²)·мин)) и районы (Черноморский ($159,41 \pm 4,74$ (мкВт/см²)·мин) и Сакский ($162,47 \pm 6,53$ (мкВт/см²)·мин)), в которых индивидуальная электромагнитная нагрузка превысила средний показатель по региону. В некоторых городах (Армянск ($64,11 \pm 2,84$ (мкВт/см²)·мин), Керчь

Характеристики электромагнитной обстановки, создаваемой мобильной связью в административно-территориальных единицах Республики Крым за 2019–2020 гг.

Административно-территориальная единица	ППЭ ¹ , мкВт/см ²	Интервал доступа, с	Длительность голосовой связи в сутки, мин	ИЭН ² , мкВт/см ² ·мин	Среднесуточная экспозиция, мин
Республика Крым	$1,43 \pm 0,04$	$9,05 \pm 0,41$	$56,94 \pm 2,77$	$117,80 \pm 6,55$	$60,56 \pm 1,15$
Симферополь	$2,04 \pm 0,06$	$11,31 \pm 0,23$	$67,32 \pm 1,94$	$254,11 \pm 11,51$	$72,96 \pm 1,34$
Евпатория	$1,30 \pm 0,05$	$9,39 \pm 0,68$	$58,11 \pm 2,45$	$108,09 \pm 5,11$	$62,79 \pm 1,07$
Феодосия	$1,22 \pm 0,05$	$9,39 \pm 0,71$	$55,62 \pm 1,87$	$102,75 \pm 4,89$	$60,30 \pm 1,75$
Керчь	$1,11 \pm 0,04$	$8,08 \pm 0,43$	$62,41 \pm 3,44$	$79,60 \pm 3,94$	$60,44 \pm 0,89$
Ялта	$1,45 \pm 0,05$	$9,99 \pm 0,51$	$67,51 \pm 3,07$	$156,44 \pm 6,17$	$72,49 \pm 1,11$
Алушта	$1,52 \pm 0,06$	$11,13 \pm 0,44$	$47,10 \pm 2,75$	$124,76 \pm 4,34$	$52,67 \pm 2,97$
Армянск	$1,09 \pm 0,04$	$7,94 \pm 0,17$	$45,28 \pm 3,10$	$64,11 \pm 2,84$	$49,17 \pm 1,91$
Судак	$1,34 \pm 0,05$	$9,14 \pm 0,22$	$62,84 \pm 3,23$	$120,16 \pm 5,34$	$67,37 \pm 2,77$
Красноперекоск	$1,74 \pm 0,06$	$8,89 \pm 0,40$	$58,55 \pm 2,18$	$136,16 \pm 4,71$	$62,95 \pm 2,51$
Бахчисарайский район	$1,23 \pm 0,05$	$9,71 \pm 0,34$	$51,91 \pm 2,19$	$91,26 \pm 3,58$	$56,76 \pm 2,75$
Белогорский район	$0,94 \pm 0,03$	$7,57 \pm 0,29$	$46,46 \pm 1,88$	$54,13 \pm 1,87$	$50,19 \pm 1,77$
Джанкойский район	$1,24 \pm 0,04$	$6,35 \pm 0,19$	$64,86 \pm 2,54$	$80,35 \pm 2,90$	$67,85 \pm 2,54$
Кировский район	$1,24 \pm 0,05$	$8,62 \pm 0,28$	$58,21 \pm 2,32$	$104,58 \pm 2,15$	$62,62 \pm 2,82$
Красногвардейский район	$1,76 \pm 0,06$	$9,44 \pm 0,32$	$65,44 \pm 2,95$	$152,17 \pm 5,52$	$70,16 \pm 3,72$
Ленинский район	$1,48 \pm 0,05$	$9,36 \pm 0,26$	$61,6 \pm 2,78$	$140,04 \pm 4,88$	$66,29 \pm 2,09$
Нижегорский район	$1,37 \pm 0,06$	$8,22 \pm 0,39$	$45,2 \pm 2,11$	$83,34 \pm 4,51$	$49,31 \pm 1,94$
Первомайский район	$1,88 \pm 0,05$	$9,43 \pm 0,39$	$44,5 \pm 2,76$	$130,63 \pm 6,02$	$49,28 \pm 2,11$
Раздольненский район	$1,32 \pm 0,04$	$8,22 \pm 0,32$	$62,8 \pm 3,07$	$114,70 \pm 4,31$	$67,02 \pm 1,52$
Сакский район	$1,54 \pm 0,06$	$11,05 \pm 0,27$	$59,7 \pm 2,95$	$162,47 \pm 6,53$	$65,22 \pm 2,92$
Симферопольский район	$1,27 \pm 0,03$	$8,65 \pm 0,41$	$53,1 \pm 1,85$	$91,56 \pm 3,70$	$57,50 \pm 1,87$
Советский район	$1,35 \pm 0,05$	$6,52 \pm 0,32$	$56,5 \pm 2,78$	$80,40 \pm 2,98$	$59,72 \pm 2,14$
Черноморский район	$1,98 \pm 0,07$	$10,38 \pm 0,41$	$48,1 \pm 1,95$	$159,41 \pm 4,74$	$53,29 \pm 1,84$

Примечания: ¹ – плотность потока энергии; ² – индивидуальная электромагнитная нагрузка.

($79,60 \pm 3,94$ (мкВт/см²)·мин)) и районах (Белогорский ($54,13 \pm 1,87$ (мкВт/см²)·мин), Джанкойский ($80,35 \pm 2,90$ (мкВт/см²)·мин)) индивидуальная электромагнитная нагрузка определялась как минимальная. Рассчитанная СЭЭ находилась в пределах от $49,17 \pm 1,91$ мин (г. Армянск) до $72,96 \pm 1,34$ мин (г. Симферополь) и в целом по Крыму составила $60,56 \pm 1,15$ мин.

Далее были статистически рассчитаны корреляционные связи по Кендаллу между плотностью потока энергии, индивидуальной электромагнитной нагрузкой, СЭЭ и основными показателями распространенности БСК в Крыму. Выявлены статистически достоверные корреляционные связи между среднегодовыми значениями плотности потока энергии и показателями общей заболеваемости БСК ($Tau = 0,399$; $p < 0,01$) и показателями первичной заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением ($Tau = 0,304$; $p = 0,04$), также обнаружены достоверные корреляционные связи индивидуальной электромагнитной нагрузки с показателями общей заболеваемости БСК ($Tau = 0,437$; $p < 0,01$), показателями общей заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением ($Tau = 0,377$; $p = 0,01$), и показателями первичной заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением ($Tau = 0,342$; $p = 0,02$). При анализе в целом за год исследования обнаружены достоверные корреляционные связи между СЭЭ и показателями первичной заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением ($Tau = 0,299$; $p = 0,04$), и показателями первичной заболеваемости цереброваскулярными болезнями ($Tau = 0,411$; $p < 0,01$).

На сегодняшний день существует достаточно широкий диапазон мнений о результатах воздействия ЭМИ ТМС на сердечно-сосудистую систему. Например, в обзорной работе [10], основанной на результатах нескольких экспериментальных исследований, сделан вывод, что ТМС не оказывает влияния на гемодинамические параметры (частоту сердечных сокращений, артериальное давление), а также на электрическую активность сердца. Однако в аналогичной обзорной работе [11], наряду с указанием об отсутствии воздействия на сердце ЭМИ частот сотовых телефонов, подчеркнута наличие компенсаторных механизмов, которые со временем снижаются, а потенциал сердечно-сосудистых эффектов возрастает. Если учесть, что для формирования БСК необходим определенный временной интервал, такой потенциальный рост сердечно-сосудистых эффектов придает закономерный вид обнаруженной нами корреляционной связи показателей общей заболеваемости БСК с плотностью потока энергии и индивидуальной электромагнитной нагрузкой. В свою очередь результаты исследований коллег из Индии, где показаны изменения артериального давления, сердечного ритма и частоты сердечных сокращений

под воздействием электромагнитного излучения GSM-стандарта, иллюстрируют выявленную в нашем исследовании взаимосвязь показателей общей заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, с интервалом доступа [12, 13].

Длительность разговора с использованием мобильных телефонов также отражается на состоянии сердечно-сосудистой системы. В экспериментальном исследовании А. Szyjowska et al. [14] показано, что общение человека по мобильному телефону более 60 мин в сутки существенным образом сказывается на показателях артериального давления и достоверно ($p = 0,04$) отличается от показателей, полученных у людей, пользующихся телефоном менее часа в день. Выявленные нами корреляционные связи показателей первичной заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, и СЭЭ подтверждают эти данные.

Интерес представляют проявившиеся показатели первичной заболеваемости цереброваскулярными болезнями, их связь с СЭЭ, что совпадает с данными литературы, где показаны факты ишемии сосудов головного мозга при действии электромагнитного излучения ТМС [15]. Также это косвенно иллюстрируется исследованиями влияния различных частот ЭМП на гормоны и ферментативную активность головного мозга [16], где рассмотрены механизмы, лежащие в основе воздействия ЭМП на тканевом и клеточном уровнях, показана активация кальциевых каналов мембран в ответ на воздействие ЭМП. Кроме того, обнаруженное в настоящем исследовании различие места, занимаемого цереброваскулярными болезнями в общей и первичной структуре заболеваемости БСК, а также выявленное значительное увеличение доли, приходящейся на заболеваемость цереброваскулярными болезнями в составе первичной заболеваемости БСК, позволяют предположить изменение структуры общей заболеваемости БСК в дальнейшем. В этом контексте актуально продолжение экспериментально-эпидемиологических исследований в отношении неблагоприятных эффектов воздействия электромагнитных полей ТМС.

Выводы. В результате проведенных исследований электромагнитной обстановки, создаваемой ТМС в Республике Крым за период с марта 2019 г. по февраль 2020 г., были определены средние значения по Крыму: плотность потока энергии – $1,43 \pm 0,04$ мкВт/см², индивидуальная электромагнитная нагрузка – $117,80 \pm 6,55$ (мкВт/см²)·мин, СЭЭ – $60,56 \pm 1,15$ мин. При анализе взаимосвязи распространенности БСК и параметров электромагнитной обстановки выявлены следующие достоверные корреляционные взаимосвязи показателей общей заболеваемости БСК с энергетической – плотность потока энергии ($Tau = 0,399$; $p < 0,01$) и интегральной характеристикой электромагнитного излучения – индивидуальная электромагнитная нагрузка ($Tau = 0,437$; $p < 0,01$); показателями общей заболеваемости бо-

лезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, с одной интегральной – индивидуальная электромагнитная нагрузка ($Tau = 0,377$, $p = 0,01$), показателями первичной заболеваемости болезнями, характеризующимися повышенным кровяным давлением, со всеми характеристиками – плотность потока энергии ($Tau = 0,304$, $p = 0,04$), индивидуальная электромагнитная нагрузка ($Tau = 0,342$, $p = 0,02$) и СЭЭ ($Tau = 0,299$, $p = 0,04$); показателями первичной заболеваемости цереброваскулярными болезнями – с временной характеристикой изучаемого фактора СЭЭ ($Tau = 0,411$, $p < 0,01$). Таким образом, измеренные на территории Крыма энергетические и временные параметры электромагнитной обстановки, создаваемой ТМС, досто-

верно взаимосвязаны с распределением заболеваемости БСК, в частности повышенным кровяным давлением и цереброваскулярными болезнями, и оказывают влияние на риск роста заболеваемости БСК у населения республики.

Этическое одобрение для данного типа исследования не требуется.

Финансирование. Работа выполнена благодаря поддержке РФФИ в рамках проекта 18-013-01028А «Влияние электромагнитной обстановки и экспозиции коммуникационных устройств мобильной связи на динамику распространенности болезней системы кровообращения у населения».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Multimorbidity analysis of 13 systemic diseases in northeast China / J. Yu, F. Song, Y. Li, Z. Zheng, H. Jia, Y. Sun, L. Jin, X. Yu // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2020. – Vol. 17, № 6. – P. 1817. DOI: 10.3390/ijerph17061817
2. Trends in disease incidence and survival and their effect on mortality in Scotland: nationwide cohort study of linked hospital admission and death records 2001–2016 / P.R.H.J. Timmers, J.J. Kerssens, J. Minton, I. Grant, J.F. Wilson, H. Campbell, C.M. Fischbacher, P.K. Joshi // *BMJ Open*. – 2020. – Vol. 10, № 3. – P. e034299. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-034299
3. Толочко В.В. Анализ показателей заболеваемости и смертности от болезней системы кровообращения в Гомельской области // *Сахаровские чтения 2018 года: Экологические проблемы XXI века: материалы 18-й международной научной конференции / под ред. С.А. Маскевича, С.С. Позняка*. – Минск, 17–18 мая 2018. – Т. 1, № 1. – С. 352.
4. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines / D.K. Arnett, R.S. Blumenthal, M.A. Albert, A.B. Buroker, Z.D. Goldberger, E.J. Hahn, C.D. Himmelfarb, A. Khera [et al.] // *J. Am. Coll. Cardiol*. – 2019. – Vol. 74, № 10. – P. 1376–1414.
5. Эколого-гигиенические факторы и распространенность болезней системы кровообращения / П.Ф. Кику, С.Н. Бениова, В.Г. Морева, Т.В. Горборукова, О.А. Измайлова, А.В. Сухова, К.М. Сабирова, В.Д. Богданова // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 92–97. DOI: 10.18821/0044-197X-2019-63-2-92-97
6. Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records / C. Baliatsas, J. Bolte, J. Yzermans, G. Kelfkens, M. Hooiveld, E. Lebrecht, I. van Kamp // *Int. J. Hyg. Environ. Health*. – 2015. – Vol. 218, № 3. – P. 331–344. DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.02.001
7. Effect of Short-Term Mobile Phone Base Station Exposure on Cognitive Performance, Body Temperature, Heart Rate and Blood Pressure of Malaysians / F. Malek, K.A. Rani, H.A. Rahim, M.H. Omar // *Sci. Rep*. – 2015. – Vol. 5. – P. 13206. DOI: 10.1038/srep13206
8. Яценко С.Г., Рыбалко С.Ю. Распространенность сердечно-сосудистой патологии в зависимости от электромагнитной нагрузки, создаваемой мобильной связью // *Гигиена и санитария*. – 2019. – Т. 98, № 11. – С. 1302–1308. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1302-1308
9. Impact of input data uncertainty on environmental exposure assessment models: A case study for electromagnetic field modeling from mobile phone base stations / J. Beekhuizen, G.B. Heuvelink, A. Huss, A. Bürgi, H. Kromhout, R. Vermeulen // *Environ. Res*. – 2014. – Vol. 135. – P. 148–155. DOI: 10.1016/j.envres.2014.05.038
10. Kirti, Duhan M. A Study of Affected Cardiac Activities Due to the Use of Mobile Phones // *International Journal of Trend in Research and Development*. – 2016. – Vol. 3, № 4. – P. 36–38.
11. Elmas O. Effects of electromagnetic field exposure on the heart: a systematic review // *Toxicology and Industrial Health*. – 2016. – Vol. 32, № 1. – P. 76–82. DOI: 10.1177/0748233713498444
12. A study on effect of mobile phone radiation on human health / R. Mitra, M. Mazumder, K. Pal, S. Jana // *Explor. Anim. Med. Res*. – 2014. – Vol. 4, № 2. – P. 246–252.
13. Mobile phones: Time to rethink and limit usage / B. Paul, I. Saha, S. Kumar, S.K.S. Ferdows, G. Ghose // *Indian J. Public. Health*. – 2015. – Vol. 59, № 1. – P. 37–41. DOI: 10.4103/0019-557X.152856
14. The reaction of the circulatory system to stress and electromagnetic fields emitted by mobile phones – 24-h monitoring of ECG and blood pressure / A. Szyjkowska, E. Gadzicka, W. Szymczak, A. Bortkiewicz // *Med. Pr*. – 2019. – Vol. 70, № 4. – P. 411–424. DOI: 10.13075/mp.5893.00805
15. The effect of mobile phone electromagnetic radiation on brain vessels / M.A. Malikova, A.O. Kaliaev, A.A. Sukhovichkin, A.S. Bakhmetev // *Surg. Case. Rep. Rev*. – 2017. – Vol. 1, № 1. – P. 1–3. DOI: 10.15761/SCRR.1000104
16. Skeptical approaches concerning the effect of exposure to electromagnetic fields on brain hormones and enzyme activities / A.A. Warille, G. Altun, A.A. Elamin, A.A. Kaplan, H. Mohamed, K.K. Yurt, A.E. Elhaj // *J. of Microsc Ultrastruct*. – 2017. – Vol. 5, № 4. – P. 177–184. DOI: 10.1016/j.jmau.2017.09.002

Шибанов С.Э., Яценко С.Г., Рыбалко С.Ю. Электромагнитная обстановка, создаваемая мобильной связью, как фактор риска повышения распространенности болезней системы кровообращения // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 3. – С. 78–84. DOI: 10.21668/health.risk/2021.3.07

UDC 613.648.2+654.164:616.1
DOI: 10.21668/health.risk/2021.3.07.eng

Read
online



Research article

ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT CREATED BY MOBILE COMMUNICATION AS A RISK FACTOR CAUSING HIGHER PREVALENCE OF CIRCULATORY DISEASES

S.E. Shibanov, S.G. Yashchenko, S.Yu. Rybalko

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 5/7 Lenina Boulevard, Simferopol, 295007, Russian Federation

Our research goal was to examine energy and time parameters of electromagnetic environment created by mobile communication terminals in Crimea and to detect a relationship between morbidity with diseases of the circulatory system (DCS) among people living in the republic due to electromagnetic environment.

Electromagnetic environment was determined as per energy flux density (EFD) at terminals, average daily electromagnetic exposure (ADEE) and individual electromagnetic burden (IEB). Correlation analysis of all the obtained data was performed to detect possible correlations with diseases of the circulatory system.

Measurements of electromagnetic environment created by terminals in the region during a period from March 2019 to February 2020 (4,204 measurements at points where people used mobile communications intensely) yielded the following results: average EFD value amounted to $1.43 \pm 0.04 \mu\text{Wt}/\text{cm}^2$; IEB, $117.80 \pm 6.55 (\mu\text{Wt}/\text{cm}^2)\text{-min}$; ADEE, $60.56 \pm 1.15 \text{ min}$.

Electromagnetic environment parameters and prevalence of the most common DCS in Crimea were statistically processed and the following authentic correlations were revealed: between overall morbidity with circulatory diseases and energy (EFD (Tau=0.399; $p < 0.01$)) and integral (IEB (Tau=0.437; $p < 0.01$)) properties of electromagnetic radiation; between overall morbidity with diseases that involved elevated blood pressure and IEB (Tau=0.377, $p=0.01$); between primary morbidity with diseases that involved elevated blood pressure and all electromagnetic radiation properties: EFD (Tau=0.304, $p=0.04$), IEB (Tau=0.342, $p=0.02$), and ADEE (Tau=0.299, $p=0.04$); between primary morbidity with cerebrovascular diseases (CVD) and ADEE (Tau=0.411, $p < 0.01$) as time property of the examined factor.

Energy and time parameters of electromagnetic environment created by mobile communication terminals that have been measured in Crimea are authentically correlated with distribution of morbidity with circulatory diseases and exert their influence on a risk of probable growth in morbidity with these nosologies among people living in Crimea.

Key words: electromagnetic radiation, electromagnetic burden, mobile phone, primary diseases, pathology of the circulatory system.

References

1. Yu J., Song F., Li Y., Zheng Z., Jia H., Sun Y., Jin L., Yu X. Multimorbidity analysis of 13 systemic diseases in northeast China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, vol. 17, no. 6, pp. 1817. DOI: 10.3390/ijerph17061817
2. Timmers P.R.H.J., Kerssens J.J., Minton J., Grant I., Wilson J.F., Campbell H., Fischbacher C.M., Joshi P.K. Trends in disease incidence and survival and their effect on mortality in Scotland: nationwide cohort study of linked hospital admission and death records 2001–2016. *BMJ Open*, 2020, vol. 10, no. 3, pp. e034299. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-034299
3. Tolochko V. Analysis of the sickness rate and the mortality from the diseases of the blood circulatory system in Gomel region. *Sakharovskie chteniya 2018 goda: Ekologicheskie problemy XXI veka: materialy 18-i mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii*. In: S.A. Maskevich, S.S. Poznyak eds., vol. 1, no. 1, pp. 352.
4. Arnett D.K., Blumenthal R.S., Albert M.A., Buroker A.B., Goldberger Z.D., Hahn E.J., Himmelfarb C.D., Khera A. [et al.]. 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2019, vol. 74, no. 10, pp. 1376–1414.

© Shibanov S.E., Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu., 2021

Sergey E. Shibanov – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department for Common Hygiene with Ecology (e-mail: seshibanov@mail.ru; tel.: +7 (3652) 554949; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9322-5836>).

Svetlana G. Yashchenko – Candidate of Medical Sciences, Associate professor the Department for Common Hygiene with Ecology (e-mail: yswet.net@mail.ru; tel.: +7(3652) 554949; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6817-8639>).

Sergei Yu. Rybalko – Candidate of Biological Sciences, Associate professor at the Department for Condensed Matter Physics, Physical Methods and Information Technologies in Medicine (e-mail: kphis012@andex.ua; tel.: +7 (3652) 554949).

5. Kiku P.F., Beniova S.N., Moreva V.G., Gorborukova T.V., Izmaylova O.A., Sukhova A.V., Sabirova K.M., Bogdanova V.D. Ecological and hygienic factors and prevalence of the diseases of the circulatory system. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*, 2019, vol. 63, no. 2, pp. 92–97. DOI: 10.18821/0044-197X-2019-63-2-92-97 (in Russian).

6. Baliatsas C., Bolte J., Yzermans J., Kelfkens G., Hooiveld M., Lebret E., van Kamp I. Actual and perceived exposure to electromagnetic fields and non-specific physical symptoms: an epidemiological study based on self-reported data and electronic medical records. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 2015, vol. 218, no. 3, pp. 331–344. DOI: 10.1016/j.ijheh.2015.02.001

7. Malek F., Rani K.A., Rahim H.A., Omar M.H. Effect of Short-Term Mobile Phone Base Station Exposure on Cognitive Performance, Body Temperature, Heart Rate and Blood Pressure of Malaysians. *Sci. Rep.*, 2015, vol. 5, pp. 13206. DOI: 10.1038/srep13206

8. Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu. The prevalence of cardiovascular disease due to electromagnetic loads generated by mobile communication. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 11, pp. 1302–1308. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1302-1308 (in Russian).

9. Beekhuizen J., Heuvelink G.B., Huss A., Bürgi A., Kromhout H., Vermeulen R. Impact of input data uncertainty on environmental exposure assessment models: A case study for electromagnetic field modeling from mobile phone base stations. *Environ. Res.*, 2014, vol. 135, pp. 148–155. DOI: 10.1016/j.envres.2014.05.038

10. Kirti, Duhan M. A Study of Affected Cardiac Activities Due to the Use of Mobile Phones. *International Journal of Trend in Research and Development*, 2016, vol. 3, no. 4, pp. 36–38.

11. Elmas O. Effects of electromagnetic field exposure on the heart: a systematic review. *Toxicology and Industrial Health*, 2016, vol. 32, no. 1, pp. 76–82. DOI: 10.1177/0748233713498444

12. Mitra R., Mazumder M., Pal K., Jana S. A study on effect of mobile phone radiation on human health. *Explor Anim Med. Res.*, 2014, vol. 4, no. 2, pp. 246–252.

13. Paul B., Saha I., Kumar S., Ferdows S.K.S., Ghose G. Mobile phones: Time to rethink and limit usage. *Indian. J. Public. Health*, 2015, vol. 59, no. 1, pp. 37–41. DOI: 10.4103/0019-557X.152856

14. Szyjkowska A., Gadzicka E., Szymczak W., Bortkiewicz A. [The reaction of the circulatory system to stress and electromagnetic fields emitted by mobile phones – 24-h monitoring of ECG and blood pressure]. *Med Pr*, 2019, vol. 70, no. 4, pp. 411–424. DOI: 10.13075/mp.5893.00805 (in Polish).

15. Malikova M.A., Kaliaev A.O., Sukhoruchkin A.A., Bakhmetev A.S. The effect of mobile phone electromagnetic radiation on brain vessels. *Surg Case Rep Rev*, 2017, vol. 1, no. 1, pp. 1–3. DOI: 10.15761/SCRR.1000104

16. Warille A.A., Altun G., Elamin A.A., Kaplan A.A., Mohamed H., Yurt K.K., Elhaj A.E. Skeptical approaches concerning the effect of exposure to electromagnetic fields on brain hormones and enzyme activities. *J. of Microsc Ultrastruct.*, 2017, vol. 5, no. 4, pp. 177–184. DOI: 10.1016/j.jmau.2017.09.002

Shibanov S.E., Yashchenko S.G., Rybalko S.Yu. Electromagnetic environment created by mobile communication as a risk factor causing higher prevalence of circulatory diseases. Health Risk Analysis, 2021, no. 3, pp. 78–84. DOI: 10.21668/health.risk/2021.3.07.eng

Получена: 16.08.2021

Принята: 20.09.2021

Опубликована: 30.09.2021