

Яценко С.Г., Шибанов С.Э., Рыбалко С.Ю., Григорьев О.А.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СОВРЕМЕННЫХ КОММУНИКАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Медицинская академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295006, Симферополь, Россия

На сегодняшний день наибольший «вклад» в электромагнитную нагрузку, которую испытывают люди молодого возраста, вносят современные средства коммуникации, а именно мобильные телефоны (МТ) и персональные компьютеры (ПК). Электромагнитные излучения, создаваемые ПК, могут вызывать развитие функциональных расстройств и патологических состояний. Установлена возможность образования в организме антител под воздействием электромагнитных полей (ЭМП) ПК. Высока частота гестозов и риск самопроизвольных выкидышей. При этом экспозиционная доза в 20 ч в неделю считается критической. Экспериментальные исследования ЭМП при эксплуатации ноутбуков выявили ЭМП сверхвысокочастотного диапазона в 25% случаев. Отдельную проблему представляет использование мобильной связи. В исследованиях, проведенных на взрослых добровольцах – пользователях МТ, обнаружены изменения на электроэнцефалограмме. Экспериментальные исследования на подопытных животных показали, что действие ЭМП МТ на подопытных животных в эмбриональном периоде влияет на развитие плода в утробе матери и последующее формирование организма. У взрослых животных нарушается репродуктивная функция: уменьшается количество сперматозоидов, появляются морфологические изменения тестикул. В реальных условиях на население действует ЭМП от различных источников. Но, как правило, рассматривается опасность от одного или двух источников. Не устанавливается интерференция опасности этих источников с учётом возраста и специфики работы субъекта. В настоящее время является актуальным исследование комплексного воздействия неионизирующих электромагнитных факторов внешней среды на организм человека.

Ключевые слова: влияние; здоровье; компьютер; мобильная связь; обзор.

Для цитирования: Яценко С.Г., Шибанов С.Э., Рыбалко С.Ю., Григорьев О.А. Комплексный подход к исследованию влияния электромагнитных полей современных коммуникационных устройств на организм человека. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(7): 618-622. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-7-618-622>

Для корреспонденции: Яценко Светлана Григорьевна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры гигиены общей с экологией, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295006, Симферополь, Россия. E-mail: yswet.net@mail.ru

Yashchenko S.G., Shibanov S.E., Rybalko S.Yu., Grigoriev O.A.

INTEGRATED APPROACH TO RESEARCH OF INFLUENCE OF ELECTROMAGNETIC FIELDS OF CONTEMPORARY COMMUNICATION DEVICES ON THE HUMAN BODY

Medical Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, 295006, Russian Federation

To date, the greatest «contribution» to the electromagnetic load experienced by young people is made by modern means of communication, namely mobile phones (MPHs) and personal computers (PCs). Electromagnetic radiation generated by a PC can cause the development of functional disorders and pathological conditions. The possibility of formation of antibodies in the body under the influence of electromagnetic fields (EMF) of the PC is established. The prevalence rate of gestosis and the risk of spontaneous miscarriages are high. At the same time, the exposure dose of 20 hours per week is considered critical. Experimental studies of EMF in the operation of laptops revealed EMF of the microwave range in 25% of cases. A separate problem is the use of mobile communications. In studies conducted on adult volunteers-MPH users, changes in the electroencephalogram were found. Experimental studies in experimental animals have shown that the effect of EMF of MPHs on experimental animals in the embryonic period influences the development of the fetus in the uterus and the subsequent formation of the organism. In adult animals, the reproductive function is impaired: the number of spermatozoa decreases, morphological changes in the testicles appear. In real conditions, EMF from various sources operates on the population. But, as a rule, we consider the danger from one or two sources. The interference of the dangers of these sources is not established taking into account the age and specificity of the subject's work. At present, the investigation of the complex effect of non-ionizing electromagnetic factors of the external environment on the human body is topical.

Key words: influence; health; a computer; mobile connection; overview.

For citation: Yashchenko S.G., Shibanov S.E., Rybalko S.Yu., Grigoriev O.A. Integrated approach to research of influence of electromagnetic fields of contemporary communication devices on the human body. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(7): 618-622. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-7-618-622>

For correspondence: Svetlana G. Yashchenko, MD, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Hygiene General and Ecology of the Medical Academy of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, 295006, Russian Federation. E-mail: yswet.net@mail.ru

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 15 February 2017

Accepted: 05 July 2017

Техногенные электромагнитные поля (ЭМП) создаются источниками переменного (ПМП) и постоянного (ПП) магнитного поля тока и имеют широкий диапазон частотных характеристик. Уровень электромагнитного излучения в десятки тысяч раз превышает естественный электромагнитный фон. За последние 50 лет только мощность радиоизлучения объектов гражданского назначения увеличилась в тысячи раз [1]. В соответствии с Международной классификацией антропогенные источники ЭМП разделены на 2 группы: источники крайне низких и сверхнизких частот (0–3 кГц) и источники радиочастотного и микроволнового диапазона (3 кГц–300 ГГц). К первой группе относят все системы производства, передачи и распространения электроэнергии, а также электробытовую и офисную технику. Вторая группа представлена средствами получения и передачи информации (радио- и телепередатчики, телевизоры, МТ), большинство из которых является источниками электромагнитного излучения сверхвысоких частот (20 МГц–3 ГГц), т. е. микроволнового излучения [2].

На сегодняшний день достаточно большой «вклад» в электромагнитную нагрузку, которую испытывают люди молодого возраста, вносят современные средства коммуникации, а именно МТ и ПК. Кроме того, в последнее время наблюдается их «слияние» в некое единое коммуникационное устройство (ЕКУ), обладающее функциями компьютера и телефона одновременно (например, планшетные компьютеры с функцией телефонии, смартфоны и т. п.). Особенностью их применения является то, что пользователь находится в непосредственной близости от источника излучения, при этом условия воздействия, особенно на головной мозг, не могут быть предсказуемыми и зависят от различных обстоятельств [2].

Создаваемые ПК ЭМП могут вызывать развитие функциональных расстройств и патологических состояний [3]. В исследовании [4] данного воздействия на течение и исход беременности установлена возможность образования в организме антител под воздействием электромагнитных излучений ПК, имеющих повреждающий характер действия на развитие плода. Возрастает частота гестозов и риск самопроизвольных выкидышей [5], при этом экспозиционная доза в 20 ч. в неделю считается критической.

Сама работа на ПК сопряжена с целым рядом негативных факторов: наличием двух источников ЭМП (монитор и процессор), близостью к этим источникам, фокусировке глаз на светящемся объекте, каким является монитор [6].

Использование ПК в том числе и в учебном процессе приводит к формированию целого ряда неблагоприятных факторов, потенцирующих возможность развития заболеваний опорно-двигательного аппарата (в результате вынужденной рабочей позы, гиподинамии в сочетании с монотонностью труда), нарушений зрения (в результате необходимости выполнения точных зрительных работ на светящемся экране в условиях перепада яркостей в поле зрения, наличия мельканий, неустойчивости и нечёткости изображения) [7, 8].

Проведённые исследования по влиянию процесса чтения на формирование зрительного и общего утомления свидетельствуют об астенопической природе чтения [9]. Наблюдение сплошного образа (на бумаге) является менее сложным физиологическим процессом опознания, чем наблюдение дискретного объекта и суммация образа в единый на уровне коркового представительства зрительного анализатора. Пульсирующая световая волна приводит к снижению чувствительности зрения, негативному изменению его инерционных характеристик. Таким образом, астенопический характер процесса чтения усугубляется

выявленными противоречиями при чтении с экрана монитора [9]. Перенос изображения с бумажного носителя на экран ПК увеличивает степень сложности зрительной работы. Учитывая, что развитие зрительной системы происходило под действием отражённого света, наблюдение светящегося объекта, возникающего на экране монитора, противоречит самой природе глаза. В работе [10] предложено сокращение времени, проводимого обучающимися у экрана. Кроме того, в течение суток в соответствии с ритмом внешней освещённости, формируется суточный ритм синтеза и секреции эпифизом мелатонина (М), который имеет целый ряд биологических эффектов и его продукция может изменяться при действии ЭМП [11].

Полученные данные [12] показывают, что воздействие ЭМП жидкокристаллических мониторов (с частотой 1 кГц и 150 В/м и интенсивностью 220 В/м) на тромбоциты вызывают неблагоприятные последствия кислородного метаболизма данных клеток и, таким образом, могут привести к физиологической дисфункции организма.

Действие электромагнитного излучения видимого спектра, тепловыделение, электростатические взаимодействия, шум от технического оборудования также оказывают негативное влияние на работающего за ПК [13]. Кроме того, следует учитывать возможную сверхчувствительность человека к ЭМП, в том числе и от ПК, природа которой пока ещё трудно объяснима, но, несмотря на это, её существование у различных социальных групп и в разных странах в настоящее время не подвергается сомнению [14, 15].

В последнее время широкое распространение получили портативные ПК (ноутбуки, планшетные ПК). Экспериментальные исследования ЭМП при эксплуатации ноутбуков [16] выявили превышение временно допустимых уровней (ВДУ), установленных СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 (требования данного документа распространяются на портативные персональные компьютеры) по интенсивности МП в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц в 1,8 – 4,4 раза. Кроме того, теми же исследователями зарегистрированы ЭМП сверхвысокочастотного диапазона (СВЧ-диапазона) в 25% случаев при эксплуатации ноутбуков, что свидетельствует о необходимости проведения измерений ЭМП в более широком диапазоне.

Источниками ЭМП на рабочих местах с ПК так же могут быть компактные люминисцентные лампы, средства защиты информации и пр. Исследования показывают, что при определённых условиях интенсивность ЭМП СВЧ-диапазона, создаваемых компактными люминисцентными лампами, может превышать ПДУ, установленные для населения [17] и свидетельствуют, что в настоящее время наблюдается недооценка роли и значения световой среды в сохранении здоровья и работоспособности при работе с ПК.

Работа с ПК сегодня является иллюстрацией современной тенденции максимального приближения излучающих устройств к человеку. Высокий темп научно-технического прогресса в области современных информационных технологий требует оперативной разработки гигиенических регламентов ЭМП, создаваемых новой техникой, методических вопросов измерения ЭМП на рабочих местах.

Остро стоит вопрос об исследовании биологического действия ЭМП СВЧ-диапазона, об опасности этого действия для здоровья населения, что связано с широким распространением мобильной связи. При использовании сотового телефона непосредственному облучению подвергаются головной мозг и рецепторные образования вестибулярного и слухового анализаторов, находящиеся во внутреннем ухе [2].

Отдельную проблему при оценке опасности представляет возраст пользователей мобильной связи. В современ-

ном мире мобильными телефонами широко пользуются молодые люди репродуктивного возраста.

Проблема влияния электромагнитного излучения МТ на состояние мужской репродуктивной системы была детально рассмотрена в монографии Г.Г. Верещако [18], где было установлено, что у сперматозоидов мужчин, которые интенсивно пользовались мобильным телефоном или находились в зоне облучения от оборудования Wi-Fi, в большинстве случаев изменялись структурно-функциональные свойства, выявлялись отклонения уровня тестостерона и других гормонов в сыворотке крови. В результате фертильность облучённых половых клеток снижалась. Имеются данные, что ЭМП радиочастот МТ ухудшают количественные и качественные показатели спермы [19, 20]. Подключенные к Wi-Fi гаджеты мужчинам рекомендуют держать на максимальном расстоянии от гонад [21].

Особую опасность ЭМП радиочастот представляют дети, что накладывает отпечаток на их психофизиологическое здоровье [22]: увеличивается время реакции на звуковой и световой стимулы, ухудшаются показатели произвольного внимания и смысловой памяти, увеличиваются показатели утомляемости, снижаются параметры работоспособности. Было зарегистрировано увеличение числа нарушений фонематического восприятия практически у всех детей – пользователей сотовой связью. Выраженность этих изменений была тем выше, чем было больше суммарное время использования МТ. Факт избирательного прямого облучения ЭМП головного мозга ребенка – пользователя МТ определен как знаковый критерий. Дети находятся в группе риска. К этой группе риска относятся и юноши до 18 лет (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03), т. е. юноши студенческого возраста. Однако вопрос большей чувствительности детей к воздействию ЭМП МТ [23] продолжает оставаться открытым.

При ЭЭГ, проведенной на взрослых добровольцах – пользователях сотовой связью, обнаружено [24] более выраженное повышение потенциала альфа-ритма на ипсилатеральной стороне, чем в контралатеральной области. Была отмечена [25] частотная перестройка ритмической активности биотоков мозга, увеличение [26] мозгового метаболизма глюкозы, дана оценка возможности развития опухолевого процесса головного мозга [27].

В обзоре [28] обобщены современные знания о возможных последствиях влияния ЭМП МТ на периферическую нервную систему, на медиаторы нервной системы, в частности, на активность ацетилхолинэстеразы [29].

Экспериментальные исследования на подопытных животных показали, что воздействие ЭМП МТ в эмбриональном периоде и возникающие в результате него даже незначительные функциональные изменения плода могут повлиять как на развитие в утробе матери, так и на последующее формирование организма. При исследовании антиоксидантного статуса [30] у плодов крыс после их облучения в утробе беременных самок были отмечены достоверные снижения уровней супероксиддисмутазы (СОД), глутатионпероксидазы (ГП) и повышение малонового диальдегида (МДА) в мозге. Когнитивные исследования потомства облученных ЭМП МТ беременных крыс [31] показали уменьшение возбудимости пирамидальных клеток гиппокампа, снижение когнитивных функций и значительное ослабление приобретенных навыков. Поэтому воздействие ЭМП МТ может влиять на когнитивные функции потомства и способно индуцировать ряд нарушений в процессах обучения и памяти у потомков при их облучении в период эмбриогенеза.

Заслуживают внимания работы по изучению влияния ЭМП МТ на репродуктивную функцию подопытных живот-

ных. Так, результаты исследований [32] показали уменьшение количества сперматозоидов во всех экспериментальных группах по сравнению с контролем, а в работе [33] доказано, что ЭМП МТ приводит к морфологическим и гистологическим изменениям тестикул крыс. Однако в работе [34] не обнаружено убедительных доказательств связи между использованием МТ и качеством спермы человека.

Результаты экспериментальных исследований [35] показывают, что длительное воздействие GSM-2100 МГц вызывает увеличение нейрональной дегенерации и апоптоза в слуховой системе крыс, ЭМП МТ [36] может привести к увеличению проницаемости гематоэнцефалического барьера при нетепловых уровнях воздействия.

Интерес представляют исследования влияния ЭМП МТ на органы брюшной полости [37]. В этих исследованиях получены данные о воспалительных изменениях печени и повреждениях в клетках островков Лангерганса, а также на костной ткани [38] с продлением фазы роста костной ткани.

Обобщение экспериментов на подопытных животных [39] позволило сделать заключение о том, что «...у грызунов ежесуточное воздействие в течение нескольких недель по 45 мин в день и при более длительном облучении ЭМП МТ (SAR 1,5 Вт/кг и выше) может привести к ответной повреждающей реакции нейронов гиппокампа, повлиять на память и когнитивные функции».

Влияние электромагнитного излучения МТ на организм человека активно изучается во многих научных коллективах всего мира, однако существующих в настоящее время данных недостаточно для создания удовлетворительной теории, объясняющей биологические эффекты ЭМП МТ (изменение экспрессии белков теплового шока, нарушение обмена кальция, снижение синтеза мелатонина и др.). Данные эффекты могут изменять адаптационные возможности организма. Это касается изучения нейромедиаторных механизмов стресса и адаптации, в частности, холинергических [40], которые относятся к нейроэндокринным стресс-лимитирующим системам.

Установленные на сегодня пределы облучения организма ЭМП основаны на обзоре ранних эффектов после острого воздействия, а не отдалённых эффектов при длительном (хроническом) воздействии [2] и объясняются недостаточностью существующих данных об отдалённых последствиях воздействия низких уровней ЭМП для оценки и установления количественных уровней.

Важными вопросами является разработка норм электромагнитной безопасности для медицинских и образовательных учреждений, которые были обсуждены 19-20 мая 2016 г. в ходе заседания Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений (РНКЗНИ) и на семинаре «Актуальные проблемы электромагнитной биологии и гигиены», проведённом РНКЗНИ совместно с Российским государственным педагогическим университетом им. А.И. Герцена (С.-Петербург).

Необходимо отметить, что в реальных условиях на население действует ЭМП от различных источников. Однако, как правило, рассматривается опасность от одного или двух источников, не устанавливается интерференция опасности этих источников с учётом возраста и специфики работы субъекта.

Таким образом, в настоящее время является актуальным исследование комплексного воздействия неионизирующих электромагнитных факторов внешней среды на организм человека.

Финансирование. Работа не имела финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Довгуша В. В., Тихонов М. Н., Довгуша Л. В. Влияние естественных и техногенных электромагнитных полей на безопасность жизнедеятельности. *Экология человека*. 2009;12: 3-9.
2. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. *Сотовая связь и здоровье*. М.: Экономика; 2016.
3. Eriksson N., Hoog J., Mild K.N. et al. The psychosocial work environment and skin symptoms among visual display terminal workers: a case referent study. *Int.J. Thidemiol.* 1997; 26 (6): 1250-57.
4. Коломиец И.А. Оценка генотоксического действия факторов электромагнитной природы. Вестник Челябинского государственного университета. 2008; Вып. 1, №4 (105): 146-8.
5. Старцева Н.В., Савельева М.В., Швецов М.В. Прогнозирование частоты гестоза при анемическом синдроме у беременных женщин. В кн. *Материалы конференции «Естественные роды XXI века»*. Ярославль; 2009; 45-51.
6. Халфина Р.Р. Алгоритм улучшения процессов адаптации зрительных функций при использовании персональными компьютерами. В кн. *Научный поиск в современном мире. II международная научно-практическая конференция*. М.; 2012; 78-80.
7. Дрожжина Н.А., Фомина А.В., Михайлов И.М. Оценка влияния на здоровье человека различных факторов, возникающих при работе на компьютере. *Вестник РУДН*. 2003; 5 (24): 57.
8. Александров А.С., Абрамов А.А., Глухова С.И. О состоянии органа зрения операторов, работающих с дисплеями. *Воен.-мед. журн.* 2002; 2: 53-55.
9. Текшева Л.М., Элькиннина Е.В., Перминов М.А. Гигиенические аспекты использования компьютерных средств обучения в системе общего образования. *Гигиена и санитария*. 2007; 4: 65-9.
10. Jun N., Lee A., Baik I. Associations of Caffeinated Beverage Consumption and Screen Time with Excessive Daytime Sleepiness in Korean High School Students. *Clin Nutr Res*. 2017 Jan; 6(1):55-60.
11. Генералов О.В., Курочки О.Э., Яценко С.Г. Влияние электромагнитных полей, возникающих при работе на персональном компьютере, на экскрецию 6-гидрокси мелатонинсульфата. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского*. 2008; Т.21 (60), 1:59-64.
12. Lewicka M., Henrykowska G.A., Pacholski K., et al. The effect of electromagnetic radiation emitted by display screens on cell oxygen metabolism - in vitro studies. *Arch Med Sci*. 2015 Dec 10;11(6):1330-9.
13. Кудинова Е.В., Карловская Н.Н. Экологические особенности и закономерности формирования психосоматических расстройств под влиянием техногенного стресса. *Психосоматическая медицина - 2007: Сб. тез. док. II Международного конгресса*. Санкт-Петербург; 2007;151.
14. Bergqvist U. Electromagnetic hypersensitivity. Biological Effects, Health Consequences and Standards for Pulsed Radiofrequency Fields. Erice; Sicily, Italy: *ICNIRP*; 2001. 235-50.
15. Johansson O. Electrohypersensitivity. *Electromagnetic Biology and Medicine*. 2006; 25: 245-58.
16. Никитина В.Н., Ляшко Г.Г., Нечепоренко Э.Ю., Воршевский А.А. Электромагнитная обстановка на рабочих местах с ПЭВМ. *Проблемы безопасности персонала. Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений за 2011 год. Сборник трудов*. М.: Центр электромагнитной безопасности; 2012; 131-37.
17. Калинина И.Н., Никитина В.Н. Значение световой среды в сохранении здоровья и работоспособности персонала при работе с компьютерами. *Ежегодник Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений за 2011 год. Сборник трудов*. М.: Центр электромагнитной безопасности; 2012; 172-79.
18. Верещак Г.Г. *Влияние электромагнитного излучения мобильных телефонов на состояние мужской репродуктивной системы и потомство*. Минск: «Белорусская наука»; 2015.
19. Agarwal A. et al. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertil.Steril.* 2009; V.92, 4: 1318-25.
20. Rago R, et al. The semen quality of the mobile phone users. *Endocrinological investigation*. 2013; V.36, N11:970-974.
21. A Avendario C. et al., Laptor expositions affect mortality and induce DNA fragmentation inhuman spermatozoa in vitro by non-thermal effect: a preliminary report. *American Society for Reproductive Med. 66th Annual Meeting*. 2010; 240.
22. Григорьев Ю.Г., Хорсева Н.И. *Мобильная связь и здоровье детей*. М.: Экономика; 2014.
23. Foster K.R., Chou C.K. Response to «Children Absorb Higher Doses of Radio Frequency Electromagnetic Radiation From Mobile Phones Than Adults» and «Yes the Children Are More Exposed to Radiofrequency Energy From Mobile Telephones Than Adults». Published in: *IEEE Access*. 2016; 4: 5322-6.
24. Croft R., Hamblin D., Spong J. et al. The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics*. 2008; V. 29(4): 1-10.
25. Лебедева Н.Н., Потулова Л.А., Маргей Р.А. Динамика ритмической активности коры головного мозга человека при воздействии электромагнитного поля мобильного телефона. *Биомедицинская радиоэлектроника*. 2010; 10: 3-10.
26. Volkov N, Tomasi D., Wang G. et. al. Effect of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. *JAMA*. 2011;V. 305. N. 8: 809-13.
27. Григорьев Ю.Г. Возможное развитие опухолей мозга у пользователей сотовыми телефонами (новая информация). *Радиационная биология. Радиоэкология*. 2016; Т. 56, 5: 546-8.
28. Say F., Altunkaynak Z., Coşkun S., Deniz Ö.G. et al. Controversies related to electromagnetic field exposure on peripheral nerves. *J Chem Neuroanat*. 2016 Sep;75(Pt B):70-6.
29. Shlapak M. Yu., Rybalko S.Yu. The changes in catalytic activity of membrane-bound acetylcholinesterase of human erythrocytes due to chronic exposure to electromagnetic radiation of mobile devices. *Journal of Information, Intelligence and Knowledge*. 2012; V.4, 1: 1-5.
30. Jing J., YuhuaZ., Xiao-qian Y., Rongpin J., Dong-mei G. The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain. *Electromagn. Biol. Med*. 2012; V.31. N1: 57-66.
31. Razavinsab M., Moazzami K., Shabani M. Maternal Mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. *Toxicol Ind Health*. 2014 Mar 6; [Epub ahead of print].
32. Priyanka S. Urvashi S. Effect of Electromagnetic Radiation of Mobile Phone on Sperm Count in Albino Rats. *International Journal of Scientific Reseach*. 2016; V.5, N. 10: 126.
33. Çetkin M., Kızıllkan N., Demirel C., Bozdağ Z., et al. Quantitative changes in testicular structure and function in rat exposed to mobile phone radiation. *Andrologia*. 2017 Jan 26. doi: 10.1111/and.12761. [Epub ahead of print].
34. Lewis R.C., Mínguez-Alarcón L., Meeker J.D., Williams P.L. et al. Self-reported mobile phone use and semen parameters among men from a fertility clinic. *Reprod Toxicol*. 2017 Jan; 67: 42-7.
35. Çeliker M., Özgür A., Tümkaya L., Terzi S. et al. Effects of exposure to 2100MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016.
36. Sirav B., Seyhan N. Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats. *Chem Neuroanat*. 2016 Sep; 75(Pt B):123-7.
37. Mortazavi S.M., Owji S.M., Shojaei-Fard M.B., Ghader-Panah M. et al. GSM 900 MHz Microwave Radiation-Induced Alterations of Insulin Level and Histopathological Changes of Liver and Pancreas in Rat. *J Biomed Phys Eng*. 2016 Dec 1;6(4):235-42.
38. Nisbet H.O., Akar A., Nisbet C., et al. Effects of electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) exposure on growth plate in growing rats. *es Vet Sci*. 2016 Feb;104:24-9.
39. Recent Research on EMF and Health Risk. Seventh annual report from SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields, 2010. *SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields*; Report number: 2010:44; Date: December 2010.
40. Рыбалко С.Ю., Грецкий И.А., Бобрик Ю.В., Яценко С.Г. Медико-биологические аспекты воздействия электромагнитного излучения мобильного телефона. *Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины*. 2011; Т.1, № 1:118-24.

References

1. Dovgusha V. V., Tihonov M. N., Dovgusha L. V. The influence of natural and technogenic electromagnetic fields on health and safety. *Jekologija cheloveka*, 2009; 12: 3-9. (in Russian)
2. Grigor'ev Ju.G., Grigor'ev O.A., *Mobile communications and health* [Sotovaya svjaz' i zdorov'e]. Moscow: Jekonomika; 2016. (in Russian)

3. Eriksson N., Hoog J., Mild K.N. end all. The psychosocial work environment and skin symptoms among visual display terminal workers: a case referent study. *Int.J. Thidemiol.* 1997; 26 (6): 1250-57.
4. Kolomiec I.A. Assessment of genotoxic factors of electromagnetic nature. *Vestnik Cheljabinskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2008; V. 1, №4 (105): 146-8. (in Russian)
5. Startseva N.V., Savelieva M.V., Shvetsov M.V. Forecasting the frequency of preeclampsia in anemic syndrome in pregnant women. *Conference "Natural childbirth in XXI century". [Materialy konferencii «Estestvennye rody XXI veka»].* Jaroslavl'; 2009; 45-51. (in Russian)
6. Halfina R.R. The algorithm of improving of processes of adaptation of visual function when using personal computers. *Scientific research in the modern world: II international scientific-practical conference.* [Nauchnyj poisk v sovremennom mire: II mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija]. Moscow.; 2012; 78-80.
7. Drozhzhina N.A., Fomina A.V., Mihajlov I.M. Assessment of the impact on human health of various factors that arise when working on the computer. *Vestnik RUDN.* 2003; 5 (24): 57. (in Russian)
8. Aleksandrov A.S., Abramov A.A., Gluhova S.I. Status of the organ of vision of the operators working with displays. *Voen-med. zhurn.* 2002; 2: 53-5. (in Russian)
9. Teksheva L.M., Jel'kisinina E.V., Perminov M.A. Hygienic aspects of use of computer means of training in the system of General education. *Gigiena i sanitarija.* 2007; 4: 65-9. (in Russian)
10. Jun N., Lee A., Baik I. Associations of Caffeinated Beverage Consumption and Screen Time with Excessive Daytime Sleepiness in Korean High School Students. *Clin Nutr Res.* 2017 Jan; 6(1):55-60.
11. Generalov O.V., Kurkchi O.Je., Jashhenko S.G. The influence of the electromagnetic fields that arise when working on a personal computer, on the excretion of 6-hydroxymelatonin. *Uchenye zapiski Tavricheskogo nacional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo.* 2008; V.21 (60), 1:59 – 64. (in Russian)
12. Lewicka M., Henrykowska G.A., Pacholski K., et al. The effect of electromagnetic radiation emitted by display screens on cell oxygen metabolism - in vitro studies. *Arch Med Sci.* 2015 Dec 10;11(6):1330-9.
13. Kudinova E.V., Karlovskaja N.N. Ecological peculiarities and regularities of formation of psychosomatic disorders is influenced by anthropogenic stress. *Psychosomatic medicine - 2007: II International Congress.* [Psihosomaticheskaja medicina - 2007: Cb.tez. dok. II Mezhdunarodnogo kongressa] Sankt-Peterburg;; 2007;151. (in Russian)
14. Bergqvist U. Electromagnetic hypersensitivity. Biological Effects, Health Consequences and Standards for Pulsed Radiofrequency Fields. Erice; Sicily, Italy: *ICNIRP*; 2001. 235-50.
15. Johansson O. Electrohypersensitivity. *Electromagnetic Biology and Medicine.* 2006; 25: 245-58.
16. Nikitina V.N., Ljashko G.G., Necheporenko Je.Ju., Vorshevskij A.A. Electromagnetic environment at work places with PC. *The problem of staff security. Yearbook of the Russian national Committee on protection from non-ionizing radiation in 2011. The collection of works.* [Problemy bezopasnosti personala. Ezhegodnik Rossijskogo nacional'nogo komiteta po zashhite ot neionizirujushhij izluchenij za 2011 god. Sbornik trudov.]. Moscow: Center for electromagnetic safety; 2012: 131-7. (in Russian)
17. Kalinina I.N., Nikitina V.N. The value of the luminous environment in maintaining the health and efficiency of personnel when working with computers. *Yearbook of the Russian national Committee on protection from non-ionizing radiation in 2011. The collection of works.* [Ezhegodnik Rossijskogo nacional'nogo komiteta po zashhite ot neionizirujushhij izluchenij za 2011 god. Sbornik trudov.]. Moscow: Center for electromagnetic safety; 2012; 172-9. (in Russian)
18. Vereshhako G.G. *The influence of electromagnetic radiation of mobile phones on the status of the male reproductive system and offspring.* [Vlijanie jelektromagnitnogo izluchenija mobil'nyh telefonov na sostojanie muzhskoj reproduktivnoj sistemy i potomstvo]. Minsk: «Belorusskaja nauka»; 2015 (in Russian)
19. Agarwal A. et al. Effects of radiofrequency electromagnetic waves (RF-EMW) from cellular phones on human ejaculated semen: an in vitro pilot study. *Fertil.Steril.* 2009; V.92, 4: 1318-25.
20. Rago R, et al. The semen quality of the mobile phone users. *Endocrinological investigation.* 2013; V.36, N11:970-974.
21. A Avendario C. et al., Laptor expositions affect mortality and induce DNA fragmentation inhuman spermatozoa in vitro by non-thermal effect: a preliminary report. *American Society for Reproductive Med. 66th Annual Meeting.* 2010; 240.
22. Grigor'ev Ju.G., Horseva N.I. *Mobile communications and health of children.* [Mobil'naja svjaz' i zdorov'e detej]. Moscow.: Jekonomika; 2014. (in Russian)
23. Foster K.R., Chou C.K. Response to «Children Absorb Higher Doses of Radio Frequency Electromagnetic Radiation From Mobile Phones Than Adults» and «Yes the Children Are More Exposed to Radiofrequency Energy From Mobile Telephones Than Adults». Published in: *IEEE Access.* 2016; 4: 5322-6.
24. Croft R., Hamblin D., Spong J. et all. The effect of mobile phone electromagnetic fields on the alpha rhythm of human electroencephalogram. *Bioelectromagnetics.* 2008; V. 29(4): 1-10.
25. Lebedeva N.N., Potulova L.A., Margej R.A. The dynamics of the rhythmic activity of the cortex of the human brain under the influence of electromagnetic fields of mobile phone. *Biomedicinskaja radioelektronika.* 2010; 10: 3-10. (in Russian)
26. Volkov N, Tomasi D., Wang G. et. al. Effect of Cell Phone Radiofrequency Signal Exposure on Brain Glucose Metabolism. *JAMA.* 2011;V. 305. N. 8: 809-13.
27. Grigor'ev Ju.G. Possible development of brain tumors in users of cellular phones (new information). *Radiacionnaja biologija. Radiojekoologija.* 2016; V. 56, 5: 546 -8. (in Russian)
28. Say F., Altunkaynak Z., Coşkun S., Deniz Ö.G. et all. Controversies related to electromagnetic field exposure on peripheral nerves. *J Chem Neuroanat.* 2016 Sep;75(Pt B):70-6.
29. Shlapak M. Yu., Rybalko S.Yu. The changes in catalytic activity of membrane-bound acetylcholinesterase of human erythrocytes due to chronic exposure to electromagnetic radiation of mobile devices. *Journal of Information, Intelligence and Knowledge.* 2012; V.4, 1:1-5.
30. Jing J., YuhuaZ., Xiao-qian Y., Rongpin J., Dong-mei G. The influence of microwave radiation from cellular phone on fetal rat brain. *Electromagn. Biol. Med.* 2012; V.31. N1: 57-66.
31. Razavinsab M., Moazzami K., Shabani M. Maternal Mobile phone exposure alters intrinsic electrophysiological properties of CA1 pyramidal neurons in rat offspring. *Toxicol Ind Health.* 2014 Mar 6; [Epub ahead of print].
32. Priyanka S. Urvashi S. Effect of Electromagnetic Radiation of Mobile Phone on Sperm Count in Albino Rats. *International Journal of Scientific Reseach.* 2016; V.5, N. 10: 126.
33. Çetkin M., Kızılkın N., Demirel C., Bozdağ Z., et all. Quantitative changes in testicular structure and function in rat exposed to mobile phone radiation. *Andrologia.* 2017 Jan 26. doi: 10.1111/and.12761. [Epub ahead of print].
34. Lewis R.C., Mínguez-Alarcón L., Meeker J.D., Williams P.L. et all. Self-reported mobile phone use and semen parameters among men from a fertility clinic. *Reprod Toxicol.* 2017 Jan; 67: 42-7.
35. Çeliker M., Özgür A., Tümkaya L., Terzi S. et all. Effects of exposure to 2100MHz GSM-like radiofrequency electromagnetic field on auditory system of rats. *Braz J. Otorhinolaryngol.* 2016.
36. Sirav B., Seyhan N. Effects of GSM modulated radio-frequency electromagnetic radiation on permeability of blood-brain barrier in male & female rats. *Chem Neuroanat.* 2016 Sep; 75(Pt B):123-7.
37. Mortazavi S.M., Owji S.M., Shojaei-Fard M.B., Ghader-Panah M. et all. GSM 900 MHz Microwave Radiation-Induced Alterations of Insulin Level and Histopathological Changes of Liver and Pancreas in Rat. *J Biomed Phys Eng.* 2016 Dec 1;6(4):235-42.
38. Nisbet H.O., Akar A., Nisbet C., et all. Effects of electromagnetic field (1.8/0.9 GHz) exposure on growth plate in growing rats. *es Vet Sci.* 2016 Feb;104:24-9.
39. Recent Research on EMF and Health Risk. Seventh annual report from SSM:s Independent Expert Group on Electromagnetic Fields, 2010. *SSM:s. Independent Expert Group on Electromagnetic Fields;* Report number: 2010:44; Date: December 2010.
40. Rybalko S.Yu., Greckij I.A., Bobrik Yu.V., Jashhenko S.G. Bio-medical aspects of exposure to electromagnetic radiation of mobile phone. *Krymskij zhurnal jeksperimental'noj i klinicheskoy mediciny.* 2011; V.1, № 1:118-24. (in Russian)