

Обзорная статья

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ (ОБЗОР)

Н.И. Хорсева¹, П.Е. Григорьев²

¹Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля Российской академии наук, Россия, 119334,
г. Москва, ул. Косыгина, 4

²Севастопольский государственный университет, Россия, 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33

Современные телекоммуникационные технологии, основанные на использовании электромагнитного поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ), внесли в нашу жизнь большое количество сервисов, которые позволяют решать широкий круг вопросов. Однако с учетом того, что данный вид воздействия является открытым, неконтролируемым и постоянно действующим, изучение возможного негативного влияния проявлений воздействия ЭМП РЧ на здоровье детей и подростков как самой уязвимой и чувствительной когорты населения к любому фактору внешнего воздействия является актуальным.

В рамках данного обзора представлен анализ отечественных и зарубежных исследований хронического влияния ЭМП РЧ средств сотовой связи на здоровье детей (6–10 лет) и подростков (11–16 лет).

Установлено, что нарушения здоровья детей и подростков могут проявляться: в астеническом синдроме (головная боль, раздражительность, повышенная утомляемость, нарушение сна, периодические боли в сердце и суставах); психической дезадаптации (тревожность, стресс, депрессия и т.п.), а также в их сочетании.

Наряду с вышеперечисленными синдромами эффекты воздействия ЭМП РЧ проявляются в виде косвенных признаков нарушения памяти и внимания, таких как забывчивость (неспособность вовремя вспомнить нужную информацию) и невнимательность (неспособность сосредоточиться на явлении или деятельности), и даже в виде увеличения частоты простудных заболеваний.

Исходя из проанализированных работ зарубежных и отечественных исследователей, можно заключить, что отрицательное влияние электромагнитных полей сотовых телефонов на здоровье детей и подростков можно считать надежно доказанным.

Таким образом, внедрение и активное использование детьми и подростками современных гаджетов должно сопровождаться оценкой реальной опасности их применения, оценкой рисков здоровью и выработкой научно обоснованных регламентов применения.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, здоровье, фактор риска, астенический синдром, психическая дезадаптация, мобильные телефоны, дети, подростки.

Известно, что электромагнитные поля радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) относятся к антропогенным факторам внешней среды, которые, как предупреждал М.Н. Рeracholi в своей публикации еще в 1998 г., могут вызывать различные негативные биологические эффекты [1]. Безусловно, телекоммуникационные технологии, основанные на использовании ЭМП РЧ, внесли в нашу жизнь большое количество сервисов, которые позволяют решать многие задачи «по клику мышки». Однако с учетом того, что данный вид воздействия является открытым, неконтролируемым и постоянно действующим, круг негативных проявлений воздействия ЭМП РЧ постоянно расширяется.

В первую очередь под его влияние попадает самая уязвимая часть населения планеты – дети и подростки, которые в настоящее время являются одними из самых активных пользователей.

Если еще в 2009 г. в работе V. Khurana et al. факт начала пользования мобильным телефоном (МТ) с трехлетнего возраста выглядел как сенсация [2], то исследования Н.К. Kabali et al., проведенные в США, показали, что более трети младенцев полугодовалого возраста начинают пользоваться смартфонами и планшетами, и к двум годам мобильные устройства используют уже подавляющее число детей [3]. Подобные результаты были получены А.О. Kılıç et al. в Турции [4].

© Хорсева Н.И., Григорьев П.Е., 2023

Хорсева Наталия Игоревна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории физико-химических проблем радиобиологии и экологии (e-mail: sheridan1957@mail.ru; тел.: 8 (905) 782-87-17; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3444-0050>).

Григорьев Павел Евгеньевич – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры психологии (e-mail: grigorievpe@cfuv.ru; тел.: 8 (978) 767-22-10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7390-9109>).

Следует отметить, что наибольшее число публикаций о негативном влиянии ЭМП РЧ на здоровье детей и подростков приходится на период 2006–2013 гг. И в основном это были зарубежные работы. В настоящее время подавляющее количество исследований влияния ЭМП РЧ выполняется относительно периода юности и первого периода зрелого возраста, однако в рамках данного обзора будут рассмотрены материалы исследований, касающиеся исключительно таких возрастных групп, как дети и подростки.

О негативном влиянии ЭМП РЧ на здоровье детей и подростков как самой уязвимой когорты населения к любым факторам внешней среды неоднократно подчеркивал в своих публикациях Ю.Г. Григорьев [5–10].

Накопленные данные указывают, что критическими органами воздействия ЭМП РЧ современных технологий, в частности при использовании мобильных телефонов (МТ) (2G–4G), являются головной мозг, половая система, а также весь период внутриутробного развития; а с конструктивными изменениями (расположение антенны внизу гаджета) у нового поколения мобильной связи (смартфонов) – и щитовидная железа [11]. Кроме того, с внедрением технологии 5G критическими органами становятся склера и кожные покровы [12, 13].

Итак, в рамках данной публикации проведен анализ исследований эффектов влияния ЭМП РЧ на подрастающее поколение, которое включает два возрастных периода: детство (с 3 до 10 лет) и подростковый (с 11 до 16 лет) период. Однако в некоторых исследованиях рассматривается достаточно широкий возрастной диапазон, который может захватывать сразу несколько возрастных периодов. Это обстоятельство нередко затрудняет систематизацию данных при анализе полученных результатов.

Как показал анализ литературных данных, при проведении исследований авторы, как правило, использовали опрос либо самих респондентов (детей, подростков), либо их родителей (в основном для респондентов 3–10 лет), а для анализа полученных результатов – достаточно широкий спектр статистических методов анализа.

Для того чтобы представить основные эффекты воздействия ЭМП РЧ на детей и подростков, мы воспользовались классификацией, представленной в работе [14], которая выделяет астенический (головная боль, раздражительность, повышенная утомляемость, нарушение сна, периодические боли в сердце и суставах), астеновегетативный (гипертония, брадикардия) и гипоталамический (нейроциркуляторная дистония, гипертония) синдромы, а также психическую дезадаптацию (нарушение приспособления к условиям существования).

Исходя из анализа литературных данных, можно сделать вывод, что подавляющие биологические эффекты были связаны с проявлениями астенического синдрома и в меньшей степени – с показателями психической дезадаптации.

Проявление астенического синдрома. Известно, что астенический синдром является одним из наиболее часто встречающихся нарушений, однако на сегодняшний день не существует общепринятых определений и классификаций, а также концепций патогенеза этого синдрома. Астения является полиморфным синдромом и может проявляться в виде отдельных симптомов: головной боли, раздражительности, повышенной утомляемости, нарушения сна, периодических болей в сердце и суставах, так и в виде их совокупности.

В проспективном когортном исследовании S.Y. Kim et al. показано, что чрезмерное использование смартфонов (более 1 ч в день) детьми 5–8-летнего возраста приводило к снижению продолжительности сна и ухудшало его качество (более частые ночные пробуждения) [15]. В отличие от исследования S.Y. Kim et al., в работе О.А. Вятлевой и А.М. Курганского в группе младших школьников (6–10 лет) статистически значимых корреляций между режимом пользования МТ и частотой нарушения сна выявлено не было. Однако и общая длительность разговоров по МТ в исследуемой когорте была значительно ниже, чем в исследовании S.Y. Kim et al. [16]. Трудности засыпания статистически значимо были связаны с использованием мобильного интернета [17].

Наибольшее число проявлений астенического синдрома было установлено для подросткового возраста.

Так, в младшей подростковой группе (10–12 лет) существенной связи между режимом пользования МТ и нарушениями сна выявлено не было [16]. Тем не менее установлено, что использование мобильных телефонов в ночное время связано с некоторыми неблагоприятными последствиями для сна, такими как более позднее пробуждение, снижение продолжительности сна, беспокойный сон и пр. Показано, что выраженность этих нарушений выше, если использование гаджета происходит в темноте [18–20].

Связь между режимом пользования МТ и нарушением сна более четко прослеживается в старшем подростковом возрасте [16, 21, 22], в том числе при использовании МТ поздно ночью [23, 24] и при продолжительности использования МТ более 5 ч в день [25].

Кроме того, было установлено, что суммарная продолжительность разговоров в день у девочек статистически значимо выше, чем у мальчиков, во всех возрастных группах (от 6 до 18 лет), а наибольшие эффекты нарушения здоровья наблюдаются в возрасте 14–15 лет. В частности, у мальчиков интенсивность пользования мобильным телефоном коррелировала с частотой головных болей, а у девочек – с трудностью засыпания [26].

Однако лонгитюдные исследования J.E. Lee et al. позволили установить, что длительное использование мобильного телефона влияет на качество сна подростков, но не на его продолжительность [27].

Проявление таких симптомов, как головная боль и головокружения, также чаще встречается в

подростковом возрасте и зависит от режима пользования МТ. Так, О.А. Вятлева, А.М. Курганский выявили связь проявления головной боли и режима пользования МТ. Однако в группе 11–13-летних подростков она была менее выражена, чем группе в 14–15-летних [16]. Тем не менее значимое повышение доли детей с головокружениями в когорте младших подростков установлено при общей длительности разговоров в день от 12 до 32 мин [28].

Дозозависимое проявление частоты головных болей и дискомфорта в области уха от времени пользования МТ выявлено в исследовании R. Durusoy et al. [21], ощущение шума в ушах (тиннитус) зарегистрировано у подростков при использовании проводной гарнитуры, при беспроводной отмечалась головная боль и даже частота ночных пробуждений [29]. Также было выявлено, что использование мобильного телефона в подростковом возрасте, наряду с головной болью, может вызывать мигрени и даже кожный зуд [30].

Статистически значимая связь между утомляемостью и режимом пользования мобильным телефоном в группе 9–12-летних школьников показана в работе F. Zheng et al. [31]. Аналогичные результаты были получены как для младших школьников [32], в том числе связь между чувством усталости (субъективное ощущение утомляемости – прим. авторов) и числом разговоров по мобильному телефону [28], так и в группе старших подростков [21, 22, 24], а также быстрая утомляемость, головная боль и физическое недомогание [24].

Психическая дезадаптация и другие проявления. Тревожность – это индивидуальная психологическая особенность и самое распространенное ментальное расстройство подросткового возраста, связанное с взрослением. Кроме того, у современных детей и подростков все чаще регистрируются такие отклонения в психическом здоровье, как стресс (состояние психофизиологического напряжения) и депрессии (аффективное психическое расстройство). И, как отмечают исследователи, очень часто такие кратковременные изменения могут перерасти в различные уже психические расстройства. Среди многих причин таких явлений указывают интенсивное использование различных гаджетов, и, безусловно, первые в этом списке – мобильные телефоны.

Именно поэтому изучение связи режима пользования мобильными телефонами и тяжести различных психических отклонений является в настоящее время весьма актуальной проблемой.

Показано, что уровень тревожности у младших школьников зависит от режима пользования МТ [28, 32]. Интересно отметить, что в проспективном когортном исследовании когорты младших школьников увеличение тревожного состояния было связано с переходом на использование смартфонов, а также увеличением использования мобильного интернета [17].

Уровень депрессии в подростковом возрасте повышается при пользовании телефоном более двух

часов в день в соцсетях и онлайн-чатах, причем выраженность данного эффекта выше, чем при использовании интернета, игр или просмотра видео [25]. Сравнение режима пользования мобильным телефоном в будние и выходные дни и уровня депрессивных симптомов у подростков дало возможность J. Liu et al. установить, что использование мобильного телефона более двух часов в будние дни и более пяти часов в выходные дни увеличивало риск проявления депрессивных состояний [33]. Кроме того, показано, что девушки подвержены более высокому риску зависимости от мобильных телефонов и депрессии, чем юноши [34].

Также выявлено, что неконтролируемое использование подростками мобильного телефона перед сном и в ночное время может вызывать и более серьезные последствия для их психического здоровья, такие как проявление суицидальных чувств и увеличение склонности к членовредительству [20].

Однако следует отметить, что во всех исследованиях уровни тревожности, депрессии и нарушения психического здоровья определялись через анкетирование респондентов, т.е. были субъективными.

На фоне активного использования мобильных телефонов появляются и новые психические расстройства (номофобия, зависимость от смартфонов и пр.), однако рассмотрение этих вопросов не входит в задачи данного обзора

Особое место, на наш взгляд, занимают исследования, где те или иные нарушения здоровья детей и подростков выявлены в когортах, которые включают широкий возрастной диапазон.

Например, в исследовании S.M.J. Mortazavi, в котором приняли участие дети и подростки от 6 до 16 лет, была выявлена статистически значимая связь между временем использования мобильных телефонов в режиме разговора и числом проявлений головных болей, головокружений, нарушений сна [35]. Аналогичные симптомы были зарегистрированы и для когорты школьников начальных, средних и старших классов, активных пользователей смартфонов (возрастной ценз от 6 до 18 лет). В частности, при «чрезмерном использовании» гаджета (более 4 ч в день) наиболее часто встречались такие симптомы, как головные боли, нарушения сна и боль в шее / плечах, снижение внимания [36]. Однако в данной работе только для показателя режима пользования мобильными телефонами проанализированы данные для каждой возрастной группы (начальная школа, среднее звено и старшеклассники). Остальные параметры исследовались по всему массиву данных.

Нарушения сна, связанные с использованием мобильного телефона перед сном, были зафиксированы и при проведении онлайн-опроса подростков обоих полов 12–19-летнего возраста [37]. Подобные результаты были получены и для 14–18-летних подростков [38].

Жалобы на головную боль, боль в суставах и костях, потерю слуха, головокружение, симптомы

напряжения – тревоги в зависимости от времени ежедневного использования были выявлены по результатам анкетирования респондентов старше 9 лет. При этом респонденты женского пола чаще жаловались на головную боль, головокружение, утомляемость и тревожность, чем мужского [39].

Подтверждением прямой зависимости уровня тревожности, стресса и депрессии от режима пользования смартфонами может служить исследование A.J. Vuabbas et al., в которое были включены учащиеся средних и старших классов школ (от 11 лет до 21 года). Кроме того, было показано, что уровень тревожности, стресса и депрессии при чрезмерном пользовании гаджетом (более 4 ч в день) был выше для лиц женского пола [40].

Однако, на наш взгляд, недостатком этих исследований является исследование нарушений здоровья детей и подростков по всему возрастному массиву без деления на возрастные периоды. Именно это обстоятельство может исказить полученные данные, поскольку, как представлено в материалах обзора, изложенного выше, проявление тех или иных нарушений здоровья имеет свои возрастные особенности.

В заключение необходимо отметить, что, кроме проявлений астенического синдрома и психической дезадаптации, была установлена связь между режимом пользования МТ и косвенными признаками нарушения памяти и внимания, такими как забывчивость (неспособность вовремя вспомнить нужную информацию) и невнимательность (неспособность сосредоточиться на явлении или деятельности) [17]. Однако показатели забывчивости и невнима-

тельности устанавливались с помощью анкетирования и, следовательно, имели также субъективную, а не объективную оценку.

Кроме того, было показано, что риск нарушения здоровья (например, в виде простудных заболеваний) зависел от модели мобильного телефона, уровня его излучения и режима его пользования, что было продемонстрировано в исследованиях О.А. Вятлевой и А.М. Курганского для младших школьников [16, 28, 32], а в группе старших подростков – количеством заболеваний, сопровождающихся повышением температуры [26].

Выводы. Таким образом, результаты исследований доказывают негативное влияние ЭМП РЧ на здоровье детей и подростков. В данном случае речь уже идет не об отдельных проявлениях нарушения соматического и психического здоровья детей и подростков, а о комплексе нарушений, ухудшающих здоровье подрастающего поколения. Это особенно важно осознать в быстро меняющемся современном мире новых телекоммуникационных технологий, которые изменяют весь уклад жизни. И в данном случае внедрение новых технологий должно сопровождаться оценкой реальной опасности их применения и выработкой научно обоснованных регламентов их использования, особенно для детей и подростков.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН (44.1 гос. № темы: 0084-2019-004).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Repacholi M.H. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs // *Bioelectromagnetics*. – 1998. – Vol. 19, № 1. – P. 1–19.
2. Cell phones and brain tumors: a review including epidemiologic data / V.G. Khurana, C. Teo, M. Kundi, L. Hardell, M. Carlberg // *Surg. Neurol.* – 2009. – Vol. 72, № 3. – P. 205–214. DOI: 10.1016/j.surneu.2009.01.019
3. Exposure and Use of Mobile Media Devices by Young Children / H.K. Kabali, M.M. Irigoyen, R. Nunez-Davis, J.G. Budacki, S.H. Mohanty, K.P. Leister, R.L. Bonner Jr. // *Pediatrics*. – 2015. – Vol. 136, № 6. – P. 1044–1050. DOI: 10.1542/peds.2015-2151
4. Exposure to and use of mobile devices in children aged 1–60 months / A.O. Kılıç, E. Sari, H. Yucel, M.M. Oğuz, E. Polat, E.A. Acoglu, S. Senel // *Eur. J. Pediatr.* – 2019. – Vol. 178, № 2. – P. 221–227. DOI: 10.1007/s00431-018-3284-x
5. Григорьев Ю.Г., Григорьев О.А. Сотовая связь и здоровье. Электромагнитная обстановка. Радиобиологические и гигиенические проблемы. Прогноз опасности: монография. – М.: Экономика, 2013. – 567 с.
6. Григорьев Ю.Г., Хорсева Н.И. Мобильная связь и здоровье детей. Оценка опасности применения мобильной связи детьми и подростками. – М.: Экономика, 2014. – 230 с.
7. Grigoriev Y. Chapter 9. Radiobiological Arguments for Assessing the Electromagnetic Hazard to Public Health for the Beginning of the Twenty-First Century. The Opinion of the Russian Scientist // In book: *Mobile Communications and Public Health* / ed. by M. Markov. – Boca Raton: Taylor and Francis Group, LLC, 2019. – P. 223–236.
8. Мобильная связь и здоровье детей: проблема третьего тысячелетия / Ю.Г. Григорьев, А.С. Самойлов, А.Ю. Бушманов, Н.И. Хорсева // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. – 2017. – Т. 62, № 2. – С. 39–46.
9. Григорьев Ю.Г. Мобильная связь и электромагнитный хаос в оценке опасности для здоровья населения. Кто несет ответственность? // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2018. – Т. 58, № 6. – С. 633–645. DOI: 10.1134/S086980311806005X
10. Григорьев Ю.Г. Значимость адекватной информации по оценке опасности ЭМП сотовой связи для здоровья населения (первая четверть XXI века) // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2020. – Т. 60, № 5. – С. 532–540. DOI: 10.31857/S0869803120050045
11. Григорьев Ю.Г., Хорсева Н.И., Григорьев П.Е. Щитовидная железа – новый критический орган воздействия ЭМП мобильной связи: оценка возможных последствий для детей и подростков // *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. – 2021. – Т. 66, № 2. – С. 67–75. DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-2-67-75

12. Григорьев Ю.Г. Стандарт 5G – технологический скачок вперед в сотовой связи: будет ли проблема со здоровьем у населения? (погружение в проблему) // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020. – Т. 60, № 6. – С. 627–634. DOI: 10.31857/S0869803120060181
13. Григорьев Ю.Г., Самойлов А.С. 5G-стандарт сотовой связи. Суммарная радиобиологическая оценка опасности планетарного электромагнитного облучения населения: монография. – М.: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2021. – 200 с.
14. Рахманин Ю.А., Онищенко Г.Г., Григорьев Ю.Г. Современные проблемы и пути обеспечения электромагнитной безопасности сотовой связи для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 11. – С. 1175–1183. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1175-1183
15. The relationship between smartphone overuse and sleep in younger children: a prospective cohort study / S.Y. Kim, S. Han, E.-J. Park, H.-J. Yoo, D. Park, S. Suh, Y.M. Shin // J. Clin. Sleep Med. – 2020. – Vol. 16, № 7. – P. 1133–1139. DOI: 10.5664/jcsm.8446
16. Вятлева О.А., Курганский А.М. Режимы пользования мобильным телефоном и здоровье детей школьного возраста // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 8. – С. 857–862. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-857-862
17. Вятлева О.А., Курганский А.М. Изменения способа и режимов пользования мобильным телефоном и их связь с самочувствием у младших школьников // Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО. – 2021. – Т. 29, № 10. – С. 34–40.
18. Processed data on the night-time use of screen-based media devices and adolescents' sleep quality and health-related quality of life / M.O. Mireku, M.M. Barker, J. Mutz, C. Shen, I. Dumontheil, M.S.C. Thomas, M. Rössli, P. Elliott, M.B. Tolodano // Data Brief. – 2019. – Vol. 23. – P. 103761. DOI: 10.1016/j.dib.2019.103761
19. Night-time screen-based media device use and adolescents' sleep and health-related quality of life / M.O. Mireku, M.M. Barker, J. Mutz, I. Dumontheil, M.S.C. Thomas, M. Rössli, P. Elliott, M.B. Tolodano // Environ. Int. – 2019. – Vol. 124. – P. 66–78. DOI: 10.1016/j.envint.2018.11.069
20. The suicidal feelings, self-injury, and mobile phone use after lights out in adolescents / N. Oshima, A. Nishida, S. Shimodera, M. Tochigi, S. Ando, S. Yamasaki, Y. Okazaki, T. Sasaki // J. Pediatr. Psychol. – 2012. – Vol. 37, № 9. – P. 1023–1030. DOI: 10.1093/jpepsy/jss072
21. Mobile phone use, school electromagnetic field levels and related symptoms: a cross-sectional survey among 2150 high school students in Izmir / R. Durusoy, H. Hassoy, A. Özkurt, A.O. Karababa // Environ. Health. – 2017. – Vol. 16, № 1. – P. 51. DOI: 10.1186/s12940-017-0257-x
22. Impact of Adolescents' Screen Time and Nocturnal Mobile Phone-Related Awakenings on Sleep and General Health Symptoms: A Prospective Cohort Study / M. Foerster, A. Henneke, S. Chetty-Mhlanga, M. Rössli // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 3. – P. 518. DOI: 10.3390/ijerph16030518
23. The association of sleep and late-night cell phone use among adolescents / B. Amra, A. Shahsavari, R. Shayan-Moghadam, O. Mirheli, B. Moradi-Khaniabadi, M. Bazukar, A. Yadollahi-Farsani, R. Kelishadi // J. Pediatr. (Rio J.). – 2017. – Vol. 93, № 6. – P. 560–567. DOI: 10.1016/j.jpeds.2016.12.004
24. Schoeni A., Roser K., Rössli M. Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night // PLoS One. – 2015. – Vol. 10, № 7. – P. e0133528. DOI: 10.1371/journal.pone.0133528
25. Association between Excessive Use of Mobile Phone and Insomnia and Depression among Japanese Adolescents / H. Tamura, T. Nishida, A. Tsuji, H. Sakakibara // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2017. – Vol. 14, № 7. – P. 701. DOI: 10.3390/ijerph14070701
26. Текшева Л.М., Барсукова Н.К., Чумичева О.А., Хатит З.Х. Гигиенические аспекты использования сотовой связи в школьном возрасте // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 2. – С. 60–65.
27. Relationship between Mobile Phone Addiction and the Incidence of Poor and Short Sleep among Korean Adolescents: a Longitudinal Study of the Korean Children & Youth Panel Survey / J.E. Lee, S.I. Jang, Y.J. Ju, W. Kim, H.J. Lee, E.C. Park // J. Korean Med. Sci. – 2017. – Vol. 32, № 7. – P. 1166–1172. DOI: 10.3346/jkms.2017.32.7.1166
28. Вятлева О.А., Курганский А.М. Риски для здоровья, связанные с режимами использования и уровнем излучения мобильных телефонов, у современных младших школьников // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 11. – С. 1267–1271. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1267-1271
29. Redmayne M., Smith E., Abramson M.J. The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study // Environ. Health. – 2013. – Vol. 12. – P. 90. DOI: 10.1186/1476-069X-12-90
30. Mobile phone use and health symptoms in children / C.-T. Chiu, Y.-H. Chang, C.-C. Chen, M.-C. Ko, C.-Y. Li // J. Formos. Med. Assoc. – 2015. – Vol. 114, № 7. – P. 598–604. DOI: 10.1016/j.jfma.2014.07.002
31. Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing / F. Zheng, P. Gao, M. He, M. Li, J. Tan, D. Chen, Z. Zhou, Z. Yu, L. Zhang // BMJ Open. – 2015. – Vol. 5, № 5. – P. e007302. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-007302
32. Вятлева О.А., Курганский А.М. Оценка влияния режимов использования мобильных телефонов с учетом интенсивности их излучения на самочувствие современных младших школьников // Современные проблемы оценки, прогноза и управления экологическими рисками здоровью населения и окружающей среды, пути их рационального решения: Материалы III Международного форума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды. – М., 2018. – С. 68–70.
33. Prolonged mobile phone use is associated with depressive symptoms in Chinese adolescents / J. Liu, C.X. Liu, T. Wu, B.-P. Liu, C.-X. Jia, X. Liu // J. Affect. Disord. – 2019. – Vol. 259. – P. 128–134. DOI: 10.1016/j.jad.2019.08.017
34. Long-Term Symptoms of Mobile Phone Use on Mobile Phone Addiction and Depression Among Korean Adolescents / S.-Y. Park, S. Yang, C.-S. Shin, H. Jang, S.-Y. Park // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 19. – P. 3584. DOI: 10.3390/ijerph16193584

35. Mortazavi S.M.J., Atefi M., Kholghi F. The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran // *Iran. J. Med. Sci.* – 2011. – Vol. 36, № 2. – P. 96–103.
36. The detrimental impacts of smart technology device overuse among school students in Kuwait: a cross-sectional survey / A.J. Buabbas, M.A. Al-Mass, B.A. Al-Tawari, M.A. Buabbas // *BMC Pediatr.* – 2020. – Vol. 20, № 1. – P. 524. DOI: 10.1186/s12887-020-02417-x
37. Protective and risk factors associated with adolescent sleep: findings from Australia, Canada, and The Netherlands / K. Bartel, P. Williamson, A. van Maanen, J. Cassoff, A.M. Meijer, F. Oort, B. Knäuper, R. Gruber, M. Gradisar // *Sleep Med.* – 2016. – Vol. 26. – P. 97–103. DOI: 10.1016/j.sleep.2016.07.007
38. Bartel K., Scheeren R., Gradisar M. Altering Adolescents' Pre-Bedtime Phone Use to Achieve Better Sleep Health // *Health Commun.* – 2019. – Vol. 34, № 4. – P. 456–462. DOI: 10.1080/10410236.2017.1422099
39. Küçer N., Pamukçu T. Self-reported symptoms associated with exposure to electromagnetic fields: a questionnaire study // *Electromagn. Biol. Med.* – 2014. – Vol. 33, № 1. – P. 15–17. DOI: 10.3109/15368378.2013.783847
40. Buabbas A.J., Hasan H., Buabbas M.A. The associations between smart device use and psychological distress among secondary and high school students in Kuwait // *PLoS One.* – 2021. – Vol. 16, № 6. – P. e0251479. DOI: 10.1371/journal.pone.0251479

Хорсева Н.И., Григорьев П.Е. Электромагнитные поля сотовой связи как фактор риска для здоровья детей и подростков (обзор) // *Анализ риска здоровью.* – 2023. – № 2. – С. 186–193. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.18

UDC 57.042+57.049+614
DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.18.eng



Review

ELECTROMAGNETIC FIELDS OF CELLULAR COMMUNICATION AS A HEALTH RISK FACTOR FOR CHILDREN AND ADOLESCENTS (REVIEW)

N.I. Khorseva¹, P.E. Grigoriev²

¹Institute of Biochemical Physics of the Russian Academy of Sciences, 4 Kosygina Str., Moscow, 119334, Russian Federation

²Sevastopol State University, 33 Universitetskaya Str., Sevastopol, 299053, Russian Federation

Modern telecommunication technologies rely on using radio-frequency electromagnetic field (RF EMF). They have brought many useful services into our life able to solve multiple issues. However, we should bear in mind that this exposure is open, uncontrollable and permanent. Given that, it seems relevant to investigate possible negative influence exerted by RF EMF on health of children and adolescents since this population group is the most vulnerable and sensitive to any external exposure.

This review analyzes Russian and foreign studies with their focus on chronic influence of RF EMF created by cellular communication means on health of children (aged 6–10 years) and adolescents (aged 11–16 years).

We have established several manifestations of health disorders in children and adolescents including asthenic syndrome (headache, irritability, increased fatigue, sleeping disorders, periodical pains in the heart and joints); mental deadadaptation (anxiety, stress, depression, etc.); as well as their combinations.

Along with all the aforementioned syndromes, effects produced by exposure to RF EMF become apparent through some indirect signs of memory and attention failure such as forgetfulness (inability to recall the necessary information in time) and inattention (inability to concentrate on an event or activity) and even through growing frequency of respiratory diseases.

Basing on the analyzed studies by Russian and foreign researchers, we can conclude that they provide solid evidence of negative influence of electromagnetic fields created by cell phones on health of children and adolescents.

Therefore, implementation of modern gadgets and their active use by children and adolescents should be accompanied with assessment of actual threats posed by them, health risk assessment, and development of scientifically substantiated standards for their safe use.

Keywords: *electromagnetic radiation, health, risk factor, asthenic syndrome, mental deadadaptation, mobile phones, children, adolescents.*

© Khorseva N.I., Grigoriev P.E., 2023

Natalia I. Khorseva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Physical and Chemical Problems of Radiobiology and Ecology (e-mail: sheridan1957@mail.ru; tel.: +7 (905) 782-87-17; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3444-0050>).

Pavel E. Grigoriev – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Psychology (e-mail: grigorievpe@cfuv.ru; tel.: +7 (978) 767-22-10; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7390-9109>).

References

1. Repacholi M.H. Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics*, 1998, vol. 19, no. 1, pp. 1–19.
2. Khurana V.G., Teo C., Kundi M., Hardell L., Carlberg M. Cell phones and brain tumors: a review including epidemiologic data. *Surg. Neurol.*, 2009, vol. 72, no. 3, pp. 205–215. DOI: 10.1016/j.surneu.2009.01.019
3. Kabali H.K., Irigoyen M.M., Nunez-Davis R., Budacki J.G., Mohanty S.H., Leister K.P., Bonner R.L. Jr. Exposure and Use of Mobile Media Devices by Young Children. *Pediatrics*, 2015, vol. 136, no. 6, pp. 1044–1050. DOI: 10.1542/peds.2015-2151
4. Kılıç A.O., Sari E., Yucel H., Oğuz M.M., Polat E., Acoglu E.A., Senel S. Exposure to and use of mobile devices in children aged 1-60 months. *Eur. J. Pediatr.*, 2019, vol. 178, no. 2, pp. 221–227. DOI: 10.1007/s00431-018-3284-x
5. Grigor'ev Yu.G., Grigor'ev O.A. Sotovaya svyaz' i zdorov'e. Elektromagnitnaya obstanovka. Radiobiologicheskie i gigenicheskie problemy. Prognoz opasnosti: monografiya [Cellular communication and health. Electromagnetic environment. Radiobiological and hygiene problems. Predicting the danger: monograph]. Moscow, Ekonomika, 2013, 567 p. (in Russian).
6. Grigor'ev Yu.G., Khorseva N.I. Mobil'naya svyaz' i zdorov'e detei. Otsenka opasnosti primeneniya mobil'noi svyazi det'mi i podrostkami [Mobile communication and children health. Assessment of the hazard of using mobile communications by children and teenagers]. Moscow, Ekonomika, 2014, 230 p. (in Russian).
7. Grigoriev Y. Chapter 9. Radiobiological Arguments for Assessing the Electromagnetic Hazard to Public Health for the Beginning of the Twenty-First Century. The Opinion of the Russian Scientist. In book: *Mobile Communications and Public Health*. In: M. Markov ed. Boca Raton, Taylor and Francis Group, LLC, 2019, pp. 223–236.
8. Grigoriev Yu.G., Samoylov A.S., Bushmanov A.Yu., Khorseva N.I. Cellular connection and the health of children – problem of the third millennium. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*, 2017, vol. 62, no. 2, pp. 39–46 (in Russian).
9. Grigoriev Yu.G. Mobile communication and electromagnetic chaos in the assessment of population health hazards. Who is responsible? *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2018, vol. 58, no. 6, pp. 633–645. DOI: 10.1134/S086980311806005X (in Russian).
10. Grigoriev Yu.G. Significance of adequate information about the danger of cellular connection for health of population in the XXI century. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2020, vol. 60, no. 5, pp. 532–540. DOI: 10.31857/S0869803120050045 (in Russian).
11. Grigor'ev Yu.G., Khorseva N.I., Grigor'ev P.E. The thyroid – a new critical body for impacting electromagnetic fields mobile communications: assessment of possible effects for children and adolescents. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*, 2021, vol. 66, no. 2, pp. 67–75. DOI: 10.12737/1024-6177-2021-66-2-67-75 (in Russian).
12. Grigoriev Yu.G. 5G standard – technological leap ahead for cellular communication. Will there be a problem with the health of the population? (diving in problem). *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2020, vol. 60, no. 6, pp. 627–634. DOI: 10.31857/S0869803120060181 (in Russian).
13. Grigoriev Yu.G., Samoylov A.S. 5G is a cellular communication standard. Total radiobiological assessment of the danger of planetary electromagnetic radiation exposure to the population. Moscow, Federal'nyi meditsinskii biofizicheskii tsentr im. A.I. Burnazyana FMBA Rossii Publ., 2021, 200 p. (in Russian).
14. Rakhmanin Yu.A., Onishchenko G.G., Grigoriev Yu.G. Contemporary issues and the ways of ensuring electromagnetic safety of mobile communication to the health of the population. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 11, pp. 1175–1183. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1175-1183 (in Russian).
15. Kim S.Y., Han S., Park E.-J., Yoo H.-J., Park D., Suh S., Shin Y.M. The relationship between smartphone overuse and sleep in younger children: a prospective cohort study. *J. Clin. Sleep Med.*, 2020, vol. 16, no. 7, pp. 1133–1139. DOI: 10.5664/jcsm.8446
16. Vyatleva O.A., Kurgansky A.M. Modes of use of the cell phone and health of schoolchildren. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 8, pp. 857–862. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-8-857-862 (in Russian).
17. Vyatleva O.A., Kurgansky A.M. Changes in the method and modes of mobile phone use and their relationship with the well-being in junior schoolchildren. *ZNiSO*, 2021, vol. 29, no. 10, pp. 34–40 (in Russian).
18. Mireku M.O., Barker M.M., Mutz J. Shen C., Dumontheil I., Thomas M.S.C., Röösli M., Elliott P., Toledano M.B. Processed data on the night-time use of screen-based media devices and adolescents' sleep quality and health-related quality of life. *Data Brief*, 2019, vol. 23, pp. 103761. DOI: 10.1016/j.dib.2019.103761
19. Mireku M.O., Barker M.M., Mutz J. Dumontheil I., Thomas M.S.C., Röösli M., Elliott P., Toledano M.B. Night-time screen-based media device use and adolescents' sleep and health-related quality of life. *Environ. Int.*, 2019, vol. 124, pp. 66–78. DOI: 10.1016/j.envint.2018.11.069
20. Oshima N., Nishida A., Shimodera S., Tochigi M., Ando S., Yamasaki S, Okazaki Y., Sasaki T. The suicidal feelings, self-injury, and mobile phone use after lights out in adolescents. *J. Pediatr Psychol.*, 2012, vol. 37, no. 9, pp. 1023–1030. DOI: 10.1093/jpepsy/jss072
21. Durusoy R., Hassoy H., Özkurt A., Karababa A.O. Mobile phone use, school electromagnetic field levels and related symptoms: a cross-sectional survey among 2150 high school students in Izmir. *Environ. Health*, 2017, vol. 16, no. 1, pp. 51. DOI: 10.1186/s12940-017-0257-x
22. Foerster M., Henneke A., Chetty-Mhlanga S., Röösli M. Impact of Adolescents' Screen Time and Nocturnal Mobile Phone-Related Awakenings on Sleep and General Health Symptoms: A Prospective Cohort Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, vol. 16, no. 3, pp. 518. DOI: 10.3390/ijerph16030518
23. Amra B., Shahsavari A., Shayan-Moghadam R., Mirheli O., Moradi-Khaniabadi B., Bazukar M., Yadollahi-Farsani A., Kelishadi R. The association of sleep and late-night cell phone use among adolescents. *J. Pediatr. (Rio J.)*, 2017, vol. 93, no. 6, pp. 560–567. DOI: 10.1016/j.jpmed.2016.12.004

24. Schoeni A., Roser K., Rössli M. Symptoms and Cognitive Functions in Adolescents in Relation to Mobile Phone Use during Night. *PLoS One*, 2015, vol. 10, no. 7, pp. e0133528. DOI: 10.1371/journal.pone.0133528
25. Tamura H., Nishida T., Tsuji A., Sakakibara H. Association between Excessive Use of Mobile Phone and Insomnia and Depression among Japanese Adolescents. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2017, vol. 14, no. 7, pp. 701. DOI: 10.3390/ijerph14070701
26. Teksheva L.M., Barsukova N.K., Chumicheva O.A., Khatit Z.Kh. Hygienic aspects of cellular communication in school age. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 2, pp. 60–65 (in Russian).
27. Lee J.E., Jang S.I., Ju Y.J., Kim W., Lee H.J., Park E.C. Relationship between Mobile Phone Addiction and the Incidence of Poor and Short Sleep among Korean Adolescents: a Longitudinal Study of the Korean Children & Youth Panel Survey. *J. Korean Med. Sci.*, 2017, vol. 32, no. 7, pp. 1166–1172. DOI: 10.3346/jkms.2017.32.7.1166
28. Vyatleva O.A., Kurgansky A.M. Risks for health associated with use modes and radiation level of cell phones in modern younger schoolchildren. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 11, pp. 1267–1271. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-11-1267-1271 (in Russian).
29. Redmayne M., Smith E., Abramson M.J. The relationship between adolescents' well-being and their wireless phone use: a cross-sectional study. *Environ. Health*, 2013, vol. 12, pp. 90. DOI: 10.1186/1476-069X-12-90
30. Chiu C.-T., Chang Y.-H., Chen C.-C., Ko M.-C., Li C.-Y. Mobile phone use and health symptoms in children. *J. Formos. Med. Assoc.*, 2015, vol. 114, no. 7, pp. 598–604. DOI: 10.1016/j.jfma.2014.07.002
31. Zheng F., Gao P., He M., Li M., Tan J., Chen D., Zhou Z., Yu Z., Zhang L. Association between mobile phone use and self-reported well-being in children: a questionnaire-based cross-sectional study in Chongqing. *BMJ Open*, 2015, vol. 5, no. 5, pp. e007302. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-007302
32. Vyatleva O.A., Kurganskii A.M. Otsenka vliyaniya rezhimov ispol'zovaniya mobil'nykh telefonov s uchetom intensivnosti ikh izlucheniya na samochuvstvie sovremennykh mladshikh shkol'nikov [Evaluation of the influence of modes of mobile phone use, taking into account the intensity of their radiation, on the well-being of modern primary schoolchildren]. *Sovremennye problemy otsenki, prognoza i upravleniya ekologicheskimi riskami zdorov'yu naseleniya i okruzhayushchei sredy, puti ikh ratsional'nogo resheniya: Materialy III Mezhdunarodnogo foruma Nauchnogo soveta Rossiiskoi Federatsii po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchei sredy*. Moscow, 2018, pp. 68–70 (in Russian).
33. Liu J., Liu C.X., Wu T., Liu B.-P., Jia C.-X., Liu X. Prolonged mobile phone use is associated with depressive symptoms in Chinese adolescents. *J. Affect. Disord.*, 2019, vol. 259, pp. 128–134. DOI: 10.1016/j.jad.2019.08.017
34. Park S.-Y., Yang S., Shin C.-S., Jang H., Park S.-Y. Long-Term Symptoms of Mobile Phone Use on Mobile Phone Addiction and Depression Among Korean Adolescents. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2019, vol. 16, no. 19, pp. 3584. DOI: 10.3390/ijerph16193584
35. Mortazavi S.M.J., Atefi M., Kholghi F. The pattern of mobile phone use and prevalence of self-reported symptoms in elementary and junior high school students in Shiraz, Iran. *Iran. J. Med. Sci.*, 2011, vol. 36, no. 2, pp. 96–103.
36. Buabbas A.J., Al-Mass M.A., Al-Tawari B.A., Buabbas M.A. The detrimental impacts of smart technology device overuse among school students in Kuwait: a cross-sectional survey. *BMC Pediatr.*, 2020, vol. 20, no. 1, pp. 524. DOI: 10.1186/s12887-020-02417-x
37. Bartel K., Williamson P., van Maanen A., Cassoff J., Meijer A.M., Oort F., Knäuper B., Gruber R., Gradisar M. Protective and risk factors associated with adolescent sleep: findings from Australia, Canada, and The Netherlands. *Sleep Med.*, 2016, vol. 26, pp. 97–103. DOI: 10.1016/j.sleep.2016.07.007
38. Bartel K., Scheeren R., Gradisar M. Altering Adolescents' Pre-Bedtime Phone Use to Achieve Better Sleep Health. *Health Commun.*, 2019, vol. 34, no. 4, pp. 456–462. DOI: 10.1080/10410236.2017.1422099
39. Küçer N., Pamukçu T. Self-reported symptoms associated with exposure to electromagnetic fields: a questionnaire study. *Electromagn. Biol. Med.*, 2014, vol. 33, no. 1, pp. 15–17. DOI: 10.3109/15368378.2013.783847
40. Buabbas A.J., Hasan H., Buabbas M.A. The associations between smart device use and psychological distress among secondary and high school students in Kuwait. *PLoS One*, 2021, vol. 16, no. 6, pp. e0251479. DOI: 10.1371/journal.pone.0251479

Khorseva N.I., Grigoriev P.E. Electromagnetic fields of cellular communication as a health risk factor for children and adolescents (review). Health Risk Analysis, 2023, no. 2, pp. 186–193. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.18.eng

Получена: 19.02.2023

Одобрена: 19.05.2023

Принята к публикации: 02.06.2023