15. *Николаев Ю. М.* Содержание и виды физкультурно-спортивной деятельности: учеб.-метод. пособие. — СПб.: Олимп — СПб, 2007. — 100 с.

16. *Пуни А. Ц.* О некоторых фундаментальных проблемах перспективного плана научно-исследовательской работы в области физической культуры и спорта // Теория и практика физ. культуры. — 1985. — № 6. — С. 10 — 13.

17. *Рыбачук Н. А.* Теория и технология формирования культуры здоровья студентов: дис. ... д-ра пед. наук. — Краснодар, 2003. — 436 с.

18. *Становов В. В.* Физическая культура как фактор социальной адаптации учащейся молодежи: дис. ... д-ра пед. наук. — М., 2002. — 344 с.

19. *Столяров В. И.* Спорт и современная культура: методологический аспект // Теория и практика физ. культуры. — 1997. — № 7. — С. 1 — 7.

20. Физическая культура студентов: учебник / под ред. В. И. Ильинича. — М.: Гардарики, 2001. — 448 с.

21. *Schmidbauer W.* Die hilflosen Helfer. — Reinbeck: Rowolt, 1977. — 170 p.

РЕЗЮМЕ

Н. В. Сивас

Физическая культура как неотъемлемая часть общей культуры студентов медицинских вузов

Рассматривается проблема воспитания личности через культуру посредством освоения ценностного потенциала физической культуры. Повышение эффективности воспитания студентов в медицинских вузах становится важнейшей задачей высшей школы, которая связана с развитием культуры мышления, воображения, чувств, творчества человека. В сфере физической культуры развитие двигательных возможностей человека неотделимо от развития его личностных качеств. Важной задачей воспитательного процесса в вузе является создание мотивации ведения здорового образа жизни, мотивации к занятиям физической культурой и спортом. Пропаганда здорового образа жизни должна идти через активизацию побудительных механизмов, целый ряд других феноменов духовного мира личности. Продуктивность такого подхода состоит в том, что он обеспечивает активность самого человека в деле сохранения индивидуального и общественного здоровья. В статье раскрывается необходимость разработки программ, способствующих формированию у будущего специалиста потребности в здоровом и продуктивном стиле жизнедеятельности, устойчивой мотивации к постоянному физическому самосовершенствованию. Задача может быть успешно решена в ходе освоения студентами дисциплины «Физическая культура».

Ключевые слова: физическая культура, здоровый образ жизни, студенты-медики.

SUMMARY

N. V. Sivas

Physical Culture as an integral part of general culture of medical students

The problem of education of the individuality through the culture with the help of development of value potential in physical culture is discussed in the article. Improving the efficiency of education of medical students is becoming the leading aim of high school, which is connected with the development of culture of thinking, imagination, feelings and human creativity. Development of human motor capabilities is inseparable from the development of his personal qualities in physical education. One of the most important tasks of the educational process at high school is providing the motivation of a healthy lifestyle, motivation for physical culture and sports. Promotion of a healthy lifestyle should go through the activation of incentive mechanisms and a number of other phenomena of the individual's inner world. Efficiency of this approach is that it provides activity of a person in questions connected with preservation of individual and public health. The article tells us about the need to develop programs that can promote future professionals to form healthy and productive lifestyle, sustained motivation to permanent physical self-improvement. The problem can be successfully solved in the process of learning such course as «Physical education».

Keywords: physical education, healthy lifestyle, medical students.

© А. В. Бабалян, А. О. Карелин, 2015 г.
УДК 616.831:338.242.004.3

А. В. Бабалян, А. О. Карелин

НЕТЕПЛОВЫЕ ЭФФЕКТЫ ИЗЛУЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА НА ГОЛОВНОЙ МОЗГ

Кафедра общей гигиены с экологией Первого Санкт-Петербургского государственного медицинского университета имени академика И. П. Павлова

Голова человека подвергается как общему воздействию различных источников электромагнитного излучения (ЭМИ) радиочастотного диапазона (излучение вышек сотовой связи, точек доступа wi-fi, теле- и радиовещательного оборудования, оборудования радиосвязи и прочего беспроводного оборудования, использующего данный диапазон), так и дополнительному локальному воздействию ЭМИ мобильного телефона (МТ), так как использование последнего подразумевает нахождение аппарата у головы во время разговора и набора номера. Существующие нормативы на излучение, установленные в СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, гарантируют отсутствие тепловых эффектов при использовании МТ [1]. Однако в литературе описаны нетепловые эффекты, т. е. развивающиеся без регистрируемого нагрева тканей и без присущих нагреву патологических процессов. В частности, это воздействие на электрофизиологию головного мозга (ГМ), когнитив-

ные функции, возникновение субъективных жалоб и влияние на проницаемость гематоэнцефалического барьера.

Целью работы является критический анализ современных данных, посвященных этой проблеме.

Воздействие на электрофизиологию ГМ. Благодаря неинвазивности и относительной простоте регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) данный вид воздействия изучался многими исследователями, однако единого мнения по данному вопросу нет. Согласно исследованиям Baketal и Maganiotietal [9, 30] в 2010 г., излучение МТ приводит к изменениям вызванных потенциалов ГМ. В том же году Croftetal [8] установили, что электромагнитное излучение радиочастотного диапазона(ЭМИ РЧД) меняет амплитуду альфа-волн, причем эти изменения частично зависят от поколения стандарта связи: сигнал 2G (второго поколения) вызвал изменения, сигнал 3G (третьего поколения)не оказал эффекта. Другие авторы, в похожем по дизайну исследовании, не обнаружили разницу между поколениями стандартов сотовой связи [11]. Воздействие ЭМИ РЧД может быть не только негативным, в частности, Vecchio et al. [22]показали, что излучение МТ улучшает взаимодействие между полушариями и также вызывает изменения в ЭЭГ. В другом исследовании тех же авторов было обнаружено воздействие излучения на пациентов с эпилепсией, которое может иметь терапевтический потенциал [23, 24]. Однако часть исследований не подтверждает какое-либо воздействие на ЭЭГ при облучении МТ [6, 27].

Отдельно нужно выделить исследования ЭЭГ во время сна. Их результаты также противоречивы. Большинство авторов подтверждают наличие воздействия облучения от МТ на ЭЭГ во время сна [16, 31, 32], в то время как другие авторы не обнаружили такового [14].

Предшествующие исследования имеют схожие результаты.В период 1995—2008 гг. было опубликовано более сорока различных работ, примерно в половине из которых обнаружено воздействие на ЭЭГ. То есть факт воздействия на электрофизиологию ГМ на данный момент однозначно не подтвержден. Существует значительное количество исследований, указывающих на наличие эффекта, а исследования, в которых воздействие не обнаружено, нельзя считать гарантом его отсутствия.

Воздействие на когнитивные функции. Данному вопросу также посвящено значительное количество публикаций. Наибольший интерес представляют те исследования, объектом которых являлся человек. S. Leung et al. сообщили о воздействии ЭМИ РЧД на когнитивные функции в целом, C. Wiholm et al. описали влияние на пространственное мышление и память [11, 21]. Но значительно большее количество исследований говорит об отсутствии данного эффекта [10, 32]. Таким образом, вновь нельзя говорить о наличии ясности в данном вопросе.

Исследования, проведенные на животных, имеют более однозначные результаты. Только в работе Ammari et al. не было обнаружено влияния излучения МТ на когнитивные функции мышей [7]. В большинстве же работ было установлено воздействие, причем как негативное, так и позитивное. В двух исследованиях авторами наблюдалось позитивное воздействие фактора: когнитивные функции, в частности память, улучшились [5, 13]. Однако многие авторы получили данные о негативном воздействии на когнитивные функции мышей, в том числе и на память [2, 12, 28, 35]. Более ранние исследования преимущественно подтверждают отрицательное влияние излучения МТ на когнитивные функции животных.

Обращает на себя внимание воздействие ЭМИ РЧД на поведенческие реакции, в частности на повышение уровня тревожности. В недавних исследованиях S. N. Narayanan et al. и D. Sokolovic et al. получены данные о повышении уровня тревожности при хроническом облучении крыс и мышей [3, 34]. Ранние исследования не подтверждают этот эффект, но эти работы разделяет более 10 лет, и стандарты связи за это время сильно изменились, что может объяснить противоречивость результатов.

Возникает вопрос — почему в большинстве работ не установлено влияния излучения МТ на когнитивные функции человека, а на животных прослеживается противоположная тенденция? Это может объясняться несколькими причинами. Во-первых, вероятно, крысы и мыши более восприимчивы к ЭМИ РЧД, чем люди. Во-вторых, эксперименты над людьми более сложны в проведении: на животных проще осуществлять контроль и учитывать и/или исключать сторонние (конфаундинговые) факторы. В-третьих, большая часть работ, где объектом был человек, подразумевала контроль показателей во время или сразу после воздействия, и часто это было однократное воздействие. На животных воздействие было хроническим, и контроль показателей осуществлялся после воздействия многократно. Это говорит о том, что может существовать эффект кумуляции действия излучения, что имеет большое гигиеническое значение. Это может свидетельствовать и о том, что существующие методы исследования когнитивных функций на людях недостаточно чувствительны для выявления минимальных изменений, возникающих при воздействии факторов малой интенсивности, к которым можно отнести излучение МТ.

Воздействие на субъективные ощущения. Достаточно исследований посвящено поиску зависимости между облучением ЭМИ РЧД и частотой предъявления жалоб на здоровье и самочувствие. Самые частые — это жалобы на головные боли, нарушения сна, утомление и ухудшение самочувствия. M. Kundi и I. S. Riddervold в своих работах получили данные об увеличении частоты жалоб на головные боли и нарушения сна, а также на повышенную утомляемость после однократного облучения [4, 17]. G. Abdel-Rassoul et al. выявили аналогичные эффекты у тех людей, которые живут вблизи базовых станций сотовой связи [26]. Такую же связь обнаруживали в еще более ранних исследованиях, однако существуют работы, в которых связь излучения и субъективных жалоб не установлена [33]. В очередной раз следует отметить, что данные носят противоречивый характер. Обращает на себя внимание недостаток современных исследований действующих стандартов беспроводной связи. Кроме того, изучение субъективных жалоб имеет много неопределенностей, влияющих на достоверность получаемых результатов: наличие конфаундинговых факторов, выраженная многофакторность воздействий на человека, правильный подбор выборки анкетируемых, выделение контрольной группы и т. д.

Воздействие на проницаемость гематоэнцефалического барьера (ГЭБ). Данный вопрос очень активно изучался в 70-х и 80-х гг., и достаточно освещен. Любопытно, что в первых исследованиях были получены данные об увеличении проницаемости ГЭБ при воздействии ЭМИ РЧД в экспериментах на лабораторных животных. В частности, A. N. Frey et al. и K. J. Oscar и T. D. Hawksins в середине 70-х гг. прошлого века указали на увеличение проницаемости ГЭБ для флуоресцина и маннитола соответственно [15, 29], однако их современники Merritt et al., повторив исследование вышеупомянутых авторов,не получили подобного результата [25]. T. R. Ward et al. в собственном исследовании также не получили данных о повышении проницаемости ГЭБ [19]. Надо учесть, что тогда не было современных МТ и сотовой связи как таковой, источник ЭМИ был иной, хотя интенсивность ЭМИ была сопоставима с интенсивностью излучения МТ. Поэтому большую ценность представляют современные работы, где источником излучения являлись уже непосредственно МТ или имитирующие их сигнал излучатели. В большинстве таких исследований подтверждения факту воздействия на ГЭБ при нормативных значениях ЭМИ от МТ не обнаружено. Отрицательный результат подтвердился и в последующих исследованиях J. W. Finnie et al. и M. Kuribayashi et al. [5, 18]. Но при воздействии ЭМИ РЧД со значительной интенсивностью, выходящей за пределы нормативов излучения от МТ, проницаемость ГЭБ может увеличиваться. Однако этот эффект объясняется уже тепловым воздействием ЭМИ РЧД. Поэтому можно сказать, что каких-либо противоречий в этом вопросе нет, и излучение РЧД МТ не меняет проницаемость ГЭБ.

Исходя из вышеописанных данных, можно заключить, что наличие нетепловых эффектов ЭМИ от МТ на ГМ нельзя отрицать. Наоборот, его стоит учитывать при разработке новых, отвечающих современным стандартам сотовой связи, нормативов на уровни излучения от беспроводных устройств связи. Имеющиеся исследования, в которых данные эффекты не обнаружены, не являются гарантом их отсутствия, а лишь доказывают сложность исследуемого фактора и необходимость интенсификации его изучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03 «Гигиенические требования к размещению и эксплуатации средств сухопутной подвижной радиосвязи».

2. *Abdel-Rassoul G., El-Fateh O. A., Salem M. A. et al.* Neurobehavioral effects among inhabitants around mobile phone base stations // Neurotoxicology. — 2007. — № 28. — P. 434—440.

3. *Aldad T. S., Gan G., Gao X. B. et al.* Fetal radiofrequency radiation exposure from 800-1900 MHz-rated cellular telephones affects neurodevelopment and behavior in mice // Sci Rep. — 2012. — № 2. — P. 312.

4. *Ammari M., Jacquet A., Lecomte A. et al.* Effect of head-only sub-chronic and chronic exposure to 900-MHz GSM electromagnetic fields on spatial memory in rats // Brain. Inj. — 2008. — № 22 (13—14). — P. 1021—1029.

5. *Arendash G. W., Mori T., Dorsey M. et al.* Electromagnetic treatment to old Alzheimer's mice reverses в-amyloid deposition, modifies cerebral blood flow, and provides selected cognitive benefit // PLoS. One. — 2012. — № 7 (4). — P. e35751.

6. *Bak M., Dudarewicz A., Zmysмlony M. et al.* Effects of GSM signals during exposure to event related potentials (ERPs) // Int. J. Occup. Med. Environ. Health. — 2012. — № 23 (2). — P. 191—199.

7. *Croft R. J., Leung S., McKenzie R. J. et al.* Effects of 2G and 3G mobile phones on human alpha rhythms: Resting EEG in adolescents, young adults, and the elderly // Bioelectromagnetics. — 2012. — № 31 (6). — P. 434—444.

8. *Fragopoulou A. F., Miltiadous P., Stamatakis A. et al.* Whole body exposure with GSM 900MHz affects spatial memory in mice // Pathophysiology. — 2012. — № 17 (3). — P. 179—187.

9. *Frey A. H., Feld S. R.* Avoidance by rats of illumination with low power nonionizing electromagnetic energy // J. Comp. Physiol. Psychol. — 1975. — № 89. — P. 183—188.

10. *Hao D., Yang L., Chen S. et al.* Effects of long-term electromagnetic field exposure on spatial learning and memory in rats // Neurol Sci. — 2012.

11. *Inomata-Terada S., Okabe S., Arai N. et al.* Effects of high frequency electromagnetic field (EMF) emitted by mobile phones on the human motor cortex // Bioelectromagnetics. — 2007. — № 28 (7). — P. 553—561.

12. *Finnie J. W., Blumbergs P. C., Manavis J. et al.* Effect of long-term mobile communication microwave exposure on vascular permeability in mouse brain // Pathology. — 2002. — № 34. — P. 344—347.

13. *Kumlin T., Iivonen H., Miettinen P. et al.* Mobile phone radiation and the developing brain: behavioral and morphological effects in juvenile rats // Radiat. Res. — 2007. — № 168 (4). — P. 471—479.

14. *Kundi M., Hutter H. P.* Mobile phone base stations — Effects on wellbeing and health // Pathophysiology. — 2009. — № 16. — P. 123—135.

15. *Leung S., Croft R. J., McKenzie R. J. et al.* Effects of 2G and 3G mobile phones on performance and electrophysiology in adolescents, young adults and older adults // Clin. Neurophysiol. — 2011. — № 122 (11). — P. 2203—2216.

16. *Loughran S. P., McKenzie R. J., Jackson M. L. et al.* Individual differences in the effects of mobile phone exposure on human sleep: rethinking the problem // Bioelectromagnetics. — 2012. — № 33 (1). — P. 86—93.

17. *Lowden A., Akerstedt T., Ingre M. et al.* Sleep after mobile phone exposure in subjects with mobile phone-related symptoms // Bioelectromagnetics. — 2011. — № 32 (1). — P. 4—14.

18. *Kuribayashi M., Wang J., Fujiwara O. et al.* Lack of effects of 1439 MHz electromagnetic near field exposure on the blood-brain barrier in immature and young rats // Bioelectromagnetics. — 2005. — № 26. — P. 578—588.

19. *Maganioti A. E., Hountala C. D., Papageorgiou C. C. et al.* Principal component analysis of the P600 waveform: RF and gender effects // Neurosci Lett. — 2012. — № 478 (1). — P. 19—23.

20. *Merritt J. H., Chamness A. F., Allens S. J.* Studies on blood-brain barrier permeability after microwave radiation // Radiat. Environ. Biophys. — 1978. — № 15. — P. 367—377.

21. *Mohler E., Frei P., Fro?hlich J. et al.* QUALIFEX-team. Exposure to radiofrequency electromagnetic fields and sleep quality: a prospective cohort study // PLoS One. — 2012. — № 7 (5). — P. e37455.

22. *Narayanan S. N., Kumar R. S., Paval J. et al.* Analysis of emotionality and locomotion in radio-frequency electromagnetic radiation exposed rats // Neurol. Sci. — 2012. — № 46.

23. *Ntzouni M. P., Stamatakis A., Stylianopoulou F. et al.* Short-term memory in mice is affected by mobile phone radiation // Pathophysiology. — 2011. — № 18 (3). — P. 193—199.

24. *Oscar K. J., Hawkins, T. D.* Microwave alteration of the blood-brain barrier system of rats // Brain. Res. — 1977. — № 126. — P. 281—293.

25. *Riddervold I. S., Pedersen G. F., Andersen N. T. et al.* Cognitive function and symptoms in adults and adolescents in relation to RF radiation from UMTS base stations // Bioelectromagnetics. — 2008. — № 29 (4). — P. 257—267.

26. *Sauter C., Dorn H., Bahr A. et al.* Effects of exposure to electromagnetic fields emitted by GSM 900 and WCDMA mobile phones on cognitive function in young male subjects // Bioelectromagnetics. — 2011. — № 32 (3). — P. 179—190.

27. *Schmid M. R., Murbach M. , Lustenberger C.* Sleep EEG alterations: effects of pulsed magnetic fields versus pulse-modulated radio frequency electromagnetic fields // J. Sleep. Res. — 2012.

28. *Sokolovic D., Djordjevic B., Kocic G. et al.* The effect of melatonin on body mass and behaviour of rats during an exposure to microwave radiation from mobile phone // Bratisl. Lek. Listy. — 2012. — № 113 (5). — P. 265—269.

29. *Stovner L. J., Oftedal G., Straume A. et al.* Nocebo as headache trigger: evidence from a sham-controlled provocation study with RF fields // Acta Neurol. Scand. Suppl. — 2008. — № 188. — P. 67—71.

30. *Tombini M., Pellegrino G., Pasqualetti P. et al.* Mobile phone emissions modulate brain excitability in patients with focal epilepsy // Brain. Stimul. — 2012.

31. *Trunk A., Stefanics G., Zentai N. et al.* No effects of a single 3G UMTS mobile phone exposure on spontaneous EEG activity, ERP correlates, and automatic deviance detection // Bioelectromagnetics. — 2012.

32. *Vecchio F., Buffo P., Sergio S. et al.* Mobile phone emission modulates event-related desynchronization of a rhythms and cognitive-motor performance in healthy humans // Clin. Neurophysiol. — 2012. — № 123 (1). — P. 121—128.

33. *Vecchio F., Tombini M., Buffo P. et al.* Mobile phone emission increases inter-hemispheric functional coupling of electroencephalographic alpha rhythms in epileptic patients // Int. J. Psychophysiol. — 2012. — № 84 (2). — P. 164—171.

34. *Ward T. R., Elder J. A., Long M. D. et al.* Measurement of blood-brain barrier permeation in rats during exposure to 2450-MHz microwaves // Bioelectromagnetics. — 1982. — № 3. — P. 371—383.

35. *Wiholm C., Lowden A., Kuster N. et al.* Mobile phone exposure and spatial memory // Bioelectromagnetics. — 2009. — № 30 (1). — P. 59—65.

РЕЗЮМЕ

А. В. Бабалян, А. О. Карелин

Нетепловые эффекты излучения мобильного телефона на головной мозг

Данная статья представляет обзор экспериментальных исследований, посвященных влиянию излучения мобильного телефона на головной мозг. Для статьи были отобраны наиболее значимые и фундаментальные исследования зарубежных авторов. Проведен анализ имеющихся противоречивых данных о воздействии излучения мобильного телефона на когнитивные функции, электрофизиологию головного мозга, проницаемость гематоэнцефалического барьера и возникновение субъективных жалоб.

Ключевые слова: когнитивные функции, электрофизиология, головной мозг, жалобы, гематоэнцефалический барьер, мобильный телефон, излучение.

SUMMARY

A. V. Babalyan, A. O. Karelin

Non-thermal effects of mobile phone radiation on brain

This article gives a review of major experimental studies devoted to the effect of mobile phone electromagnetic emission on brain. The most relevant and fundamental studies were reviewed. Both positive and negative results were analyzed to give a straight answer, if mobile phone emission effects brain electrophysiology, cognitive function, subjective symptoms and blood-brain barrier permeability.

Keywords: cognitive function, blood-brain barrier, symptoms, brain, electrophysiology, mobile phone, emission.