

УДК 612.821:612.017:616-001.2

Сокол Е. Н., Ковалёв М. М., *Глоба А. А., Зленко В. В.

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ К ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ РАДИОЧАСТОТНОГО ДИАПАЗОНА У ЛЮДЕЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ

Харьковский национальный медицинский университет, Харьков

*Украинский научно-исследовательский институт протезирования и реабилитации, Харьков

saninaelena29@mail.ru

В статье рассматривается влияние ЭМИ радиочастотного диапазона (ЭМИ РД) на психофизиологические особенности адаптации студентов-медиков к интенсивным интеллектуальным нагрузкам первых лет обучения в медицинском университете. По методике Крепелина оценивали эффективность умственной работоспособности и психического темпа. По отклонению индекса Кердо и индекса Хильдебранта от нормативных значений наблюдали степень рассогласования вегетативной регуляции висцеральных систем. В результате проведённого обследования студентов-медиков обоего пола (n=153) было обнаружено ослабление неспецифической резистентности облучаемого организма и повышение «цены» адаптации в зависимости от времени экспозиции ЭМИ радиочастотного диапазона.

Ключевые слова: психофизиологическое состояние; адаптация; электромагнитное излучение; тип вегетативной регуляции; биологический эффект.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Исследование было проведено в рамках НИР кафедры физиологии ХНМУ МЗ Украины «Особенности интегративных и вегетативных функций в процессе адаптации к интеллектуальным, эмоциональным и физическим нагрузкам», № гос. регистрации 0115U000239, 2015–2017 гг.

Введение. Особенностью современных условий жизнедеятельности человека является насыщенность окружающей среды разнообразными факторами, которые оказывают влияние на его физическое и психофизиологическое состояние, работоспособность и устойчивость к болезням. К числу таких факторов следует отнести электромагнитные волны, которые генерируются разнообразными источниками в промышленности, средствах связи, научных исследованиях, в медицине и в быту [8, 9, 10]. Широкое распространение ЭМИ и его стремительное проникновение во все сферы деятельности человека получило название

«электромагнитного смога», под которым понимают совокупность ЭМИ, возникающих во время работы сложного электромагнитного оборудования [2, 3, 4]. Биологически значимыми являются техногенные радиочастотные электромагнитные поля, а также низкочастотные поля, создаваемые воздушными линиями электропередач и подстанциями [1].

В результате взаимодействия организма с электрической составляющей ЭМИ могут возникать биологические эффекты трех типов: возбуждение, нагревание и процессы информационного взаимодействия (восприятие биосистемами электромагнитных излучений низкой интенсивности). Биофизические механизмы воздействия ЭМИ на биологические системы нельзя свести к нагреванию в высокочастотных полях и возбуждению в низкочастотных. В настоящее время внимание исследователей биологических эффектов ЭМИ сосредоточено на специфическом механизме воздействия информационной функции определённых спектров электромагнитных волн [5, 6].

Поэтому, одним из наиболее перспективных путей оптимизации жизнедеятельности человеческого организма в условиях «электромагнитного смога» является актуализация неспецифических резервов психофизиологической адаптации [7].

Целью исследования было выявление психофизиологических особенностей адаптации человеческого организма к хроническому действию ЭМИ радиочастотного диапазона и поиск способов повышения эффективности этих приспособительных реакций.

Материалы и методы исследования. В эксперименте приняли участие студенты 2-го курса медицинского университета в количестве 153 человек общей группы здоровья – практически здоровые, которые подписали добровольное согласие на проведение данного исследования согласно рекомендациям этических комитетов по вопросам биомедицинских исследований, законодательства Украины об охране здоровья и Хельсинкской дек-

ларации 2000 г., директивы Европейского общества 86/609 об участии людей в медико-биологических исследованиях.

С целью минимизации воздействия информационного стрессора на первом этапе эксперимента исследовали динамику тренировки умственной работоспособности у студентов-медиков первых лет обучения в медицинском университете. В течение I-III семестров проводилось психолого-педагогическое наблюдение за степенью систематизации накопления знаний студентами и качеством их усвоения с контролем эффективности умственной работоспособности и психического темпа по методике Крепелина. Психофизиологическое состояние личности определяли по уровню тревожности при тестировании по шкале Спилберга-Ханина. По отклонению индекса Кердо и индекса Хильдебранта от нормативных значений наблюдали степень рассогласования вегетативной регуляции висцеральных систем в процессе адаптации к интенсивным интеллектуальным нагрузкам. Адаптационный потенциал системы кровообращения вычисляли по индексу адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы (Р. М. Баевский и соавт., 1987.)

Результаты исследования и их обсуждение.

По результатам первого этапа эксперимента была определена группа студентов (84,7%), которые приняли участие во втором этапе. Студенты этой группы систематически поддерживали свои профессиональные знания на достаточном для выполнения программных задач уровне обучения. Они показали достоверную тенденцию повышения эффективности умственной работоспособности и снижения уровня психоэмоционального напряжения при выполнении интеллектуальных нагрузок. Для большей части студентов этой группы общая адаптационная реакция организма к длительному действию информационного стрессора определялась как приспособительная реакция тренировки.

Валидность второго этапа эксперимента обеспечивалась акцентуацией внимания студентов на исследовании механизмов адаптации к интеллектуальным нагрузкам. Истинную цель эксперимента не оглашали до момента его завершения. Неинвазивность методов исследования позволила, таким образом, максимально нивелировать погрешность мотивации достижения без правовых нарушений испытуемых.

Группу студентов второго этапа эксперимента на основе тестирования по разработанной анкете количественной самооценки времени суточной экспозиции ЭМИ РД распределились на три экспериментальные группы. 1-ю группу (11,8%) составили студенты с временем суточной экспозиции ЭМИ РД более 2-х часов. 67,3% составили студенты с

длительностью суточной экспозиции ЭМИ РД от 20-ти минут до 2-х часов (2-я группа). 20,9% составили студенты с длительностью суточной экспозиции ЭМИ РД менее 20-ти минут (3-я группа).

В результате проведенного второго этапа исследования, большую часть 1-й группы представляли парасимпатикотоники – 67,3%, со средним уровнем тревожности – 45,9% и сниженными показателями психического темпа и эффективности умственной работоспособности – 51,4% студентов. По данным научной литературы, при такой экспозиции ЭМИ РД в биологическом эффекте преобладает энергетическое взаимодействие с элементами биологической системы, что, предположительно, свидетельствует о напряжении механизмов адаптационных и приспособительных реакций и повышении «цены» адаптации.

Основу 2-й группы составляли симпатикотоники – 59,8%, с высоким уровнем тревожности – 39,7% и средними показателями психического темпа и эффективности умственной работоспособности – 72,4% студентов. При средней по времени длительности суточной экспозиции ЭМИ РД в биологическом эффекте энергетическое взаимодействие с элементами биологической системы снизилось, что, по-видимому, оптимизировало неспецифические механизмы адаптации организма и вызвало умеренное напряжение механизмов адаптационных и приспособительных реакций.

Основу 3-й группы студентов составляли нормотоники (уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний) – 83,7%, с низким уровнем тревожности – 37,3% и высокими показателями психического темпа и эффективности умственной работоспособности – 89,4% студентов. При короткой экспозиции ЭМИ РД в биологическом эффекте энергетическое взаимодействие с элементами биологической системы достоверно снижено, что, предположительно, оптимизировало неспецифические механизмы адаптации организма и привело к качественному развитию неспецифических механизмов адаптационных и приспособительных реакций.

Выводы. В результате проведенного обследования студентов-медиков было обнаружено ослабление неспецифической резистентности облучаемого организма и повышение «цены» адаптации в зависимости от времени экспозиции ЭМИ радиочастотного диапазона. Эффективность процесса адаптации к действию ЭМИ РД зависит от индивидуальных психофизиологических особенностей личности человека и типа вегетативной регуляции висцеральных функций организма.

Значительное напряжения механизмов психофизиологической адаптации проявилось в группе

студентов с более 2-х часовой суточной экспозицией ЭМИ РД, что позволило отнести многоговорящих абонентов к группе риска развития симптомо-комплекса радиоволновой болезни.

Средняя по времени длительности (от 20-ти минут до 2-х часов) суточная экспозиция ЭМИ РД также вызывает напряжение регуляторных механизмов и меняет характер и силу ответной реакции облучаемого организма.

Однократные и непродолжительные воздействия ЭМИ РД вызывают развитие неспецифической

приспособительной реакции ЦНС как на раздражитель слабого типа.

Перспективность дальнейшего исследования заключается в повышении неспецифической резистентности организма и разработки многоплановых алгоритмов снижения «цены» адаптации к ЭМИ радиочастотного диапазона, так как на современном этапе развития науки, техники и медицины не существует способа обезопасить беспроводные технологии и эффективно экранироваться от антропогенного электромагнитного смога.

Литература

1. Гудина М. В. Сотовая связь: гигиеническая характеристика, биологическое действие, нормирование (обзор) / М. В. Гудина, Л. П. Волкотруб // Гигиена и санитария. – 2010. – № 4. – С. 38–42.
2. Думанский Ю. Д. Електромагнітне забруднення навколишнього середовища – сучасна гігієнічна проблема (підсумки та перспектива досліджень) / Ю. Д. Думанский, А. М. Сердюк, Б. Ю. Селезнев // Гіг. насел. місць. – 2003. – Вип. 42. – С. 195–204.
3. Евстафьев В. Н. Уровни электромагнитных излучений, создаваемые мобильными телефонами и другими носимыми радиопередающими устройствами (обзор литературы и собственных исследований) / В. Н. Евстафьев, С. А. Гоженко // Актуальные проблемы транспортной медицины. – 2014. – № 1 (35). – С. 46–57.
4. Либерман А. Н. Мобильный телефон как источник техногенного воздействия электромагнитных полей на население / А. Н. Либерман, С. Г. Денисов // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4, № 4. – С. 16–21. DOI:10.21514/1998-426X-2011-4-4-16-21
5. Медико-биологические исследования электромагнитных полей диапазона радиочастот. Итоги и перспективы / [Каляда Т. В., Вишневский А. М., Городецкий Б. Н. и др.] // Медицина труда и пром. экол. – 2014. – № 9. – С. 5–11.
6. Михайлов Д. В. Вред базовых станций мобильной связи для здоровья человека / Д. В. Михайлов, И. Ю. Сердюков // Наука в информационном пространстве: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Киев, 2012. – Т. 4. – С. 30–33.
7. Пряхин Е. А. Электромагнитные поля и биологические системы: стресс и адаптация / Е. А. Пряхин, А. В. Аклеев. – Челябинск : Полиграф-Мастер, 2011. – 240 с.
8. Суворов И. М. Клинический мониторинг в зонах воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона / И. М. Суворов // Медицина труда и пром. экол. – 2013. – № 2. – С. 14–17.
9. Ahamed V. I. Effect of mobile phone radiation on heart rate variability / V. I. Ahamed, N. G. Karthick, P. K. Joseph // Comput. Biol. Med. – 2008. – Vol. 38. – P. 709–712.
10. Jauchem J. R. Effects of low-level radio-frequency (3 kHz to 300 GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature / J. R. Jauchem // Int. J. Hyg. Environ. Health. – 2008. – Vol. 211. – P. 1–29.

References

1. Gudina MV, Volkotrub LP. Sotovaya svjaz': gigenicheskaja harakteristika, biologicheskoe dejstvie, normirovanie (obzor). Gigena i sanitarija. 2010;4:38–42.
2. Dumanskyj YuD, Serdiuk AM, Seleznev BYu. Elektromahnitne zabrudnennia navkolyshn'oho seredovyscha – suchasna hiiienichna problema (pidsumky ta perspektiva doslidzhen'). Hih nasel mists'. 2003; 42:195–204.
3. Evstaf'ev VN, Gozhenko SA. Urovni jelektromagnitnyh izluchenij, sozdavaemye mobil'nymi telefonami i drugimi nosimymi radioperedajushhimi ustrojstvami (obzor literatury i sobstvennyh issledovanij). Aktual'nye problemy transportnoj mediciny. 2014;1(35):46–57.
4. Liberman AN, Denisov SG. mobile phone as a source of artificial exposure of electromagnetic fields on the population. Radiatsionnaya Gygiena. Radiation Hygiene. 2011;4(4):16–21. (In Russ.) DOI:10.21514/1998-426X-2011-4-4-16-21
5. Kaljada TV, Vishnevskij AM, Gorodeckij BN, i dr. Mediko-biologicheskie issledovanija jelektromagnitnyh polej diapazona radiochastot. Itogi i perspektivy. Medicina truda i prom jekol. 2014;9:5–11.
6. Mihajlov DV, Serdjukov IJu. Vred bazovyh stancij mobil'noj svjazi dlja zdorov'ja cheloveka. Nauka v informacionnom prostranstve: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. Kyiv, 2012;4:30–33.
7. Prjahin EA, Akleev AV. Jelektromagnitnye polja i biologicheskie sistemy: stress i adaptacija. Cheljabinsk: Poligraf-Master; 2011. 240p.

8. Suvorov IM. Klinicheskij monitoring v zonah vozdeystviya jelektromagnitnyh polej radiochastotnogo diapazona. Medicina truda i prom jekol. 2013;2:14–7.
9. Ahamed VI, Karthick NG, Joseph PK. Effect of mobile phone radiation on heart rate variability. Comput Biol Med. 2008;38:709–12.
10. Jauchem JR. Effects of low-level radio-frequency (3 kHz to 300 GHz) energy on human cardiovascular, reproductive, immune, and other systems: a review of the recent literature. Int J Hyg Environ Health. 2008;211:1–29.

УДК 612.821:612.017:616-001.2

ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ АДАПТАЦІЇ ДО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ РАДІОЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ У ЛЮДЕЙ З РІЗНИМ ТИПОМ ВЕГЕТАТИВНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

Сокол О. М., Ковальов М. М., Глоба О. А., Зленко В. В.

Резюме. У статті розглядається вплив ЕМВ радіочастотного діапазону (ЕМВ РД) на психофізіологічні особливості адаптації студентів-медиків до інтенсивних інтелектуальних навантажень перших років навчання в медичному університеті. За методикою Крепеліна оцінювали ефективність розумової працездатності та психічного темпу. За відхиленнями індексу Кердо та індексу Хільдебранта від нормативних значень спостерігали ступінь узгодженості вегетативної регуляції вісцеральних систем. В результаті проведеного обстеження студентів-медиків обох статей (n=153) було виявлено ослаблення неспецифічної резистентності організму, який опромінювався, і підвищення «ціни» адаптації в залежності від часу експозиції ЕМВ радіочастотного діапазону.

Ключові слова: психофізіологічний стан; адаптація; електромагнітне випромінювання; тип вегетативної регуляції; біологічний ефект.

UDC 612.821:612.017:616-001.2

PSYCHO-PHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF ADAPTATION TO ELECTROMAGNETIC RADIATION OF RADIOFREQUENCY WAVE BAND IN PEOPLE WITH DIFFERENT TYPES OF AUTONOMIC REGULATION

Sokol E. N., Kovalyov M. M., Hloba A. A., Zlenko V. V.

Abstract. The aim of research was to study the psycho-physiological peculiarities of human organism's adaptation to chronic influence of electromagnetic radiation of radiofrequency wave band (EMR RWB). Complex experimental examination of students of Kharkiv National Medical University aged 17–20 from general health group was done. All examined people gave their voluntary consent for participation in research. Anxiety level and psycho-physiological state of personality was determined using Spielberg-Hanin scale, efficiency of general adaptive reaction was evaluated by calculation of indices of Kerdo and Hildebrandt.

Formation of experimental groups in the 1st stage of research was based on evaluation of training dynamics of intellectual workability with the aim of minimization of informational stressor influence on medical students during the first years of study in Medical University. Research of efficiency of general adaptive reaction revealed that in young healthy people there is no significant prevalence of sympathetic or parasympathetic tone both in state of rest and in response to functional tests. Based on results of the 1st stage of the experiment a group of students that systematically maintained their professional knowledge on the level sufficient for execution of program tasks of study was determined. They demonstrated reliable tendency of increase of mental labor efficiency and decrease of psycho-emotional stress under intellectual and physical exertion. For most of students of that group (84,7%) general adaptive reaction of the organism to prolonged influence of informational stressor was determined as adaptive training reaction.

That group of students took part in the second, main stage of the experiment, in which the psycho-physiological peculiarities of adaptation to chronic influence of EMR RWB in people with different types of autonomic regulation of organism's visceral functions was studied. Based on results of the questionnaire, those students were divided into 3 groups depending on duration of daily exposure to EMR RWB. Results demonstrated that I group (11,8% with daily exposure to EMR RWB more than 2 hours) mainly consisted of students with parasympathetic type of autonomic regulation of visceral functions – 67,3%, medium level of anxiety – 45,9% and lowered parameters of psychic tempo and intellectual workability efficiency – 51,4%. II group (67,3% with exposure duration from 20 min to 2 h) included mainly students with sympathetic type of autonomic regulation – 59,8%, high anxiety level – 39,7% and medium indices of psychic tempo and intellectual workability efficiency – 72,4%. III group (20,9% with exposure duration less than 20 min) consisted of students with normal type of auto-

onomic regulation – 83,7%, low level of anxiety – 37,3% and high parameters of psychic tempo and intellectual efficiency – 89,4%.

Results of the experiment allowed proving of scientific literature about prevalence of energetic or informational interaction of EMR with elements of biological system depending on exposure duration to EMR RWB. Single and short-term EMR RWB influence causes the development of non-specific adaptive reaction to irritant of weak type. Significant stress of psycho-physiological adaptation mechanisms was revealed in group of students with EMR RWB exposure longer than 2 hours that allowed considering multiply talking cell phone subscribers among group of risk of asthenic or asthenic-autonomic syndrome of radiofrequency disease development. EMR RWB significantly changes the character and strength of response reaction of irradiated organism leading to strain of regulatory mechanisms even due to medium-term (20 min to 2 hours) daily exposure to EMR RWB. Individual psycho-physiological state of personality and features of autonomic regulation reactivity may insignificantly increase or decrease adaptation efficiency to EMR RWB. Therefore, weakening of non-specific resistance of radiation-exposed organism increases the «price» of adaptation to natural environmental factors.

Keywords: psycho-physiological state; adaptation; electromagnetic radiation; type of vegetative regulation; biological effect.

Стаття надійшла 30.03.2017 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування