

9. Gandylyan K.S. Modern ideas about etiopathogenesis and methods of treating diseases of the trigeminal nerve (review). *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*. 2015; (4): 314-317. (in Russian)
10. Georgiadi N.A., Skorikova L.A. Condition of capillary blood flow gingival mucosa in the treatment of chronic periodontitis. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2013; (5): 367. (in Russian)
11. Lazarenko N.N., Supova M.V., Gerasimenko M.Yu., Filatova E.V. Restoring method microcirculation affected tissues. *Patent № 2397788*. 2010. (in Russian)
12. Furtsev T.V., Lipetsk E.A. Comparative analysis of the effects of the diode laser and photodynamic therapy in the treatment of chronic periodontitis of moderate severity. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2012; (2): 35-37. (in Russian)
13. Khaybullina R.R., Gerasimova L.P. Physical therapy techniques in treatment of patients with chronic periodontitis. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (2): 177-179. (in Russian)
14. Shirokov V.Yu., Ivanov A.N., Danilov A.S. Sex differences in endothelial function changes of the vascular wall during the treatment of chronic generalized periodontitis using millimeter waves. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2013; (9): 756-759. (in Russian)
15. Amkhadova M.A., Kopetskiy I.S., Prokop'ev V.V. The effectiveness of fotodiamicheskoy therapy in complex treatment of patients with chronic periodontitis. *Rossiyskiy stomatologicheskii zhurnal*. 2016; 20 (1): 12-15. DOI: 10.18821/1728-2802 2016;20(1)12-15. (in Russian)
16. Larionov K.S., Stuchilov V.A., Gerasimenko M.Yu., Nikitin A.A., Kokarev V.Yu., Lazarenko N.N. Transcapillary brain metabolism in patients with trauma of the midface. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2015; 14 (1): 4-7. (in Russian)
17. Nozdrina V.D. Changes in the nervous system, and their importance in the pathogenesis of generalized periodontitis. Youth and Science: Results and Perspectives. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Saratov*, 2006; 173-174. (in Russian)
18. Demina K.Yu., Grishilova E.N., Brazhnikova A.N., Garazha S.N., Batchaeva D.D., Gotlib A.O., Garazha N.N., Khachaturov S.S. Effect of photodynamic therapy on hemodynamics in periodontal tissues in the treatment of chronic generalized periodontitis. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014; (10): 1094-1097. (in Russian)
19. Vasilenko F.I., Makhaeva N.Yu. The relationship changes in the functional condition of periodontal with autonomic regulation of heart rate of patients with periodontitis. *Chelovek. Sport. Meditsina*. 2014; (3): 79-83. (in Russian)
20. Mironenko T.V., Stasyuk S. G., Kornienko K.V. Role of the state of non-specific brain structures in determining the extent of compensation regulation of autonomic functions. *Svit meditsiny ta biologii*. 2014; 2 (44): 71-74. (in Russian)

Поступила 11 октября 2016

Принята в печать 17 октября 2016

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 615.844.03:616.8 + 616-056.257]-2:616.379-008.64

Лазаренко Н.Н.<sup>1</sup>, Смирнова С.Н.<sup>1</sup>, Трунова О.В.<sup>1</sup>, Супова М.В.<sup>1</sup>, Прикулс В.Ф.<sup>1</sup>,  
Филатова Е.В.<sup>1</sup>, Панкова И.А.<sup>2</sup>, Смирнов А.Е.<sup>2</sup>, Герасименко М.Ю.<sup>3</sup>

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРОНЕЙРОСТИМУЛЯЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ НЕЙРОПАТИЧЕСКИХ И МЕТАБОЛИЧЕСКИХ РАССТРОЙСТВ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

<sup>1</sup>ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»,  
129110, г. Москва;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», факультет повышения квалификации медицинских работников,  
117198, г. Москва;

<sup>3</sup>ФГБУ «Российский научный центр медицинской реабилитации и курортологии» Минздрава России, 121099, г. Москва

Широкое распространение сахарного диабета и его осложнений в виде нейропатических и метаболических нарушений требует создания новых методов в комплексном лечении. К таким методам относится низкочастотная чрескожная электронейростимуляция от аппарата OMRON E-4. В результате применения такого комплекса статистически достоверно редуцировались болевой синдром и другие нейропатические проявления. Это также привело к уменьшению массы тела и содержания висцерального жира у таких больных, что существенно снижает риск осложнений.

**Ключевые слова:** диабет; нейропатические и метаболические осложнения; низкочастотная чрескожная электронейростимуляция; боль, аналгезия; масса тела; висцеральный жир.

**Для цитирования:** Лазаренко Н.Н., Смирнова С.Н., Трунова О.В., Супова М.В., Прикулс В.Ф., Филатова Е.В., Панкова И.А., Смирнов А.Е., Герасименко М.Ю. Эффективность чрескожной электронейростимуляции при лечении нейропатических и метаболических расстройств у больных сахарным диабетом. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016; 15(6): 293-297. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-293-297>

**Для корреспонденции:** Лазаренко Нина Николаевна, канд. мед. наук, ассистент каф. медицинской реабилитации и физиотерапии факультета усовершенствования врачей, ГБУЗ Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», 129110, г. Москва.  
E-mail: lazarenko.nina@yandex.ru

Lazarenko N.N.<sup>1</sup>, Smirnova S.N.<sup>1</sup>, Trunova O.V.<sup>1</sup>, Supova M.V.<sup>1</sup>, Prikuls V.F.<sup>1</sup>, Filatova E.V.<sup>1</sup>,  
Pankova I.A.<sup>2</sup>, Smirnov A.E.<sup>2</sup>, Gerasimenko M.Yu.<sup>3</sup>

## THE EFFECTIVENESS OF TRANSDERMAL ELECTRICAL STIMULATION USED TO TREAT NEUROPATHIC AND METABOLIC DISORDERS IN THE PATIENTS WITH DIABETES MELLITUS

<sup>1</sup>State budgetary healthcare institution of Moscow region "M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical and Research Institute", 129110, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Faculty of advanced training of medical workers, Federal state autonomous educational institute of higher education "Peoples' Friendship University of Russia", 117198, Moscow, Russian Federation;

<sup>3</sup>Federal state budgetary institution "Russian Scientific Center of Medical Rehabilitation and Balneology", Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 121099, Moscow, Russian Federation

World-wide occurrence of diabetes mellitus and its complications in the form of neuropathic and metabolic disorders implies the necessity of development and application of the new methods for their combined treatment, such as the low-frequency transdermal electrical stimulation with the use of the OMRON E-4 myostimulator.

This technique was shown to significantly alleviate the symptoms of pain syndrome and other neuropathic manifestations. Moreover, it facilitated the reduction of body weight and visceral fat content in such patients and thereby considerably decreased the risk of development of diabetic complications.

**Keywords:** *diabetes mellitus; neuropathic and metabolic complications; low-frequency transdermal electrical stimulation; pain; analgesia; body weight; visceral fat.*

**For citation:** Lazarenko N.N., Smirnova S.N., Trunova O.V., Supova M.V., Prikuls V.F., Filatova E.V., Pankova I.A., Smirnov A.E., Gerasimenko M.Yu. The effectiveness of transdermal electrical stimulation used to treat neuropathic and metabolic disorders in the patients with diabetes mellitus. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation)*. 2016; 15(6): 293-297. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-293-297>

**For correspondence:** Lazarenko Nina Nikolaevna, candidate med. sci., Federal state budgetary education institution of Moscow region "Moscow Regional Research Clinical Institute by M.F. Vladimirovsky", Moscow, Russian Federation.  
E-mail: [lazarenko.nina@yandex.ru](mailto:lazarenko.nina@yandex.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

Received 08 August 2016  
Accepted 05 September 2016

## Введение

В настоящее время в структуре заболеваемости и смертности населения в мире ведущее место занимают болезни неинфекционного характера, в число которых входит сахарный диабет (СД). По экспертной оценке, заболеваемость СД носит угрожающий характер и охватывает как экономически развитые, так и развивающиеся страны. Так, в мире суммарный контингент больных СД в 1980 г. составлял 108 млн человек, а за последние 40 лет он возрос в 3 раза [1–3]. При этом в Московской области среди 819 276 человек, прошедших диспансеризацию в 2014 г., болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ были выявлены у 14 310 человек (27,8 случая на 1000 обследованных), в том числе СД у 2431 (4,7 случая на 1000 обследованных), ожирение – у 8466 (16,5 на 1000 обследованных), что отражает общие мировые тенденции [4].

СД и его осложнения несут реальную угрозу жизни человека. Большой вклад в эти процессы вносят старение населения, а также инсулинорезистентность, зависящая отчасти от алиментарного фактора [5, 6]. Метаболический стресс, возникающий у таких больных, сопровождается недостаточной двигательной активностью, которая ведет к изменению энергетического и структурно-функционального резерва. Для восстановления регуляторно-адаптивного статуса организма человека необходимо увеличить уровень его двигательной активности, что зачастую является затруднительным для данных больных и препятствует реализации их социальных функций и интеграции в общество [7, 8].

В настоящее время для восстановления двигательной функции больных успешно применяется электрическая стимуляция (ЭС) периферического нервно-мышечного аппарата [9]. Она способствует восстановлению утраченных функций организма человека, замедляет процесс атрофии мышц и увеличивает их сократительный потенциал. ЭС активно влияет на патогенетические факторы СД, такие как избыток массы тела и гиподинамия, также может улучшить регуляцию углеводного обмена [10]. Однако в области реабилитации данных больных остается ряд нерешенных вопросов.

Цель работы – изучение влияния комплексного лечения, включающего низкочастотную чрескожную электронейростимуляцию (ЧЭНС) от аппарата OMRON E-4, на нейропатические осложнения и болевой синдром, а также на снижение ожирения у больных СД.

## Материал и методы

Проведено рандомизированное контролируемое исследование, критериями включения в которое было наличие у больных ( $n = 74$ ) СД II типа средней тяжести, осложненного диабетической периферической полинейропатией и

ожирением. В критерии исключения входило наличие общих противопоказаний к физиотерапии, в том числе инородных предметов в области воздействия, склонность к кровоизлияниям, нарушение целостности кожных покровов, доброкачественные опухоли в зоне воздействия и др.

Средний возраст больных составлял  $52,5 \pm 4,6$  года. Больные были обследованы и получили патогенетическую терапию СД и сопутствующих заболеваний. 1-я группа (сравнения,  $n = 20$ ) получала стандартный курс лекарственной терапии; 2-я группа (основная,  $n = 54$ ), помимо стандартного лечения, получала ЧЭНС в областях мышц передней стенки живота и ног от аппарата OMRON E-4 частотой 1–1200 Гц, силой тока, регулируемой до умеренного сокращения мышц под электродами (до 85 мА), 4–6 полей в день, время воздействия 15 мин на одно поле, курс 10–12 процедур в зависимости от состояния пациента и его сопутствующих заболеваний.

Обследование больных включало применение необходимых клинико-лабораторных и физиологических методов обследования, в том числе для оценки интенсивности нейропатических жалоб (боли, жжения, парестезии, онемения в нижних конечностях), использовали шкалу общего симптоматического счета TSS (Total Symptom Score, в баллах). Шкалу нейропатического дисфункционального счета NDS, (Modified Neuropathy Disability Score, в баллах) применяли для изучения нарушений вибрационной, температурной, тактильной чувствительности, рефлексов и силы мышц.

Дополнительно проводили биоимпедансный анализ с помощью аппарата OMRON BF508 (HBF-508-E), измеряющего состав тела. При этом в соответствии с возрастом, ростом и полом с использованием 8 электродов определяли массу тела (в кг) и индекс массы тела (ИМТ). Нормальным считался ИМТ, равный 20–25 кг/м<sup>2</sup>, избыточным ИМТ – от 25 до 30 кг/м<sup>2</sup>, ожирение – при ИМТ от 30 до 40 кг/м<sup>2</sup>, выраженное ожирение – при ИМТ более 40 кг/м<sup>2</sup>, а также уровень висцерального жира (30 уровней с шагом в 1 уровень): уровень 1–9 – нормальный, 10–14 – высокий, 15–30 – очень высокий.

Статистическую обработку полученных нами результатов проводили с использованием текстового редактора Microsoft Office Word 2007, табличного редактора Microsoft Office Excel 2007, статистических пакетов прикладных программ Statistica 10.0, при этом применяли, в частности, метод наименьших квадратов при минимизации суммы квадратических отклонений между наблюдаемыми и расчетными величинами, где  $R^2$  – коэффициент достоверности аппроксимации. Данный метод позволил краткосрочно прогнозировать результаты воздействий. При этом адекватность полученной статистической модели проверялась по  $t$ -критерию Стьюдента и  $F$ -критерию, где  $n$  – количество объектов,  $p < 0,05$  – достоверность изменений между показателями в группах по сравнению с исходными значениями

показателей;  $p < 0,05^*$  – достоверность изменений между значениями показателей в 1-й и 2-й группах в те же сроки наблюдения.

### Результаты

После курсового воздействия, включающего ЧЭНС, у большинства больных во 2-й группе интенсивность показателей по шкалам TSS и NDS существенно изменилась (см. рисунок).

На рисунке видно, что до начала лечения у больных в 1-й группе индекс TSS соответствовал 6,3 балла, во 2-й группе – 6,2 балла. После курса комплексного лечения индекс TSS несколько снизился у больных в 1-й группе, а затем к 3-му месяцу начал возвращаться к исходному значению. У больных во 2-й группе после курса комплексного лечения TSS снизился на 30,1% ( $p < 0,05$ ) и 24,2% по сравнению с TSS в эти же сроки в 1-й группе больных ( $p < 0,05^*$ ). В дальнейшем соответствующие показатели TSS составляли через 1 мес – 30,1% ( $p < 0,05$ ) и 24,9% ( $p < 0,05^*$ ), через 3 мес – 30,1% ( $p < 0,05$ ) и 25% ( $p < 0,05^*$ ), через 6 мес – 28,8% ( $p < 0,05$ ) и 24,2%, к 9-му месяцу – 26,5% ( $p < 0,05$ ) и 24,1%.

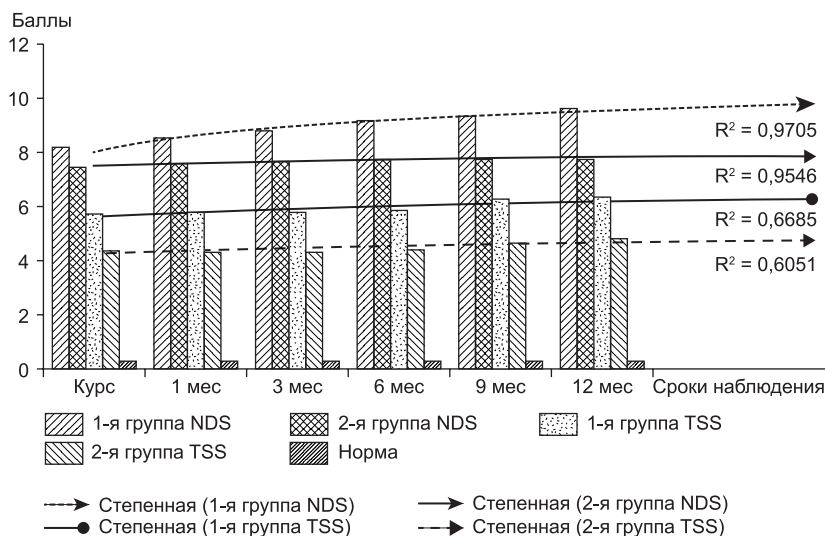
### Обсуждение

При анализе эффективности различных видов лечения важна оценка интенсивности болевого синдрома, который у данных больных наблюдался в течение 3–4 лет. Такое длительное существование хронической боли у пациентов с СД за счет образования высоких концентраций таких альгогенов, как фруктоза, сорбитол, свободные радикалы, оксид азота и другие, сопровождается поражением нейрохимических механизмов болевой рецепции и повышением чувствительности ноцицептивной системы к действию подобных токсических стимулов. В результате могут произойти патоморфологические изменения нервной ткани и возникнуть выраженные мультимодальные расстройства чувствительности [11, 12]. Так, у данных больных до начала лечения параметры NDS составляли в 1-й и 2-й группах 9,4 и 9,3 балла соответственно. После курса лечения в 1-й группе значения NDS мало изменились, а во 2-й группе уменьшились на 20,7% ( $p < 0,05$ ), через 3 мес – на 18,4%, через 6 мес – на 17,8%, через 9 мес – на 16,9%.

Регрессионный анализ показал, что линии степенных трендов показателей TSS и NDS у больных во 2-й группе ( $R^2 = 0,6051$ ;  $p < 0,05$  и  $R^2 = 0,9546$ ;  $p < 0,05$  соответственно) стремились к своим оптимальным значениям, что могло свидетельствовать о положительном прогнозе на 2 будущих периода для данных показателей, при этом у больных в 1-й группе аналогичные тренды отдалялись от нормы ( $R^2 = 0,6685$ ;  $p < 0,05$  и  $R^2 = 0,9705$ ;  $p < 0,05$  соответственно), поэтому положительный прогноз не мог быть получен (см. рисунок).

Возникший у больных СД комплекс эндокринно-метаболических нарушений связан с гиподинамией, которая снижает чувствительность тканей к инсулину, а также способствует развитию нейропатии, ожирения, атеросклероза, сердечно-сосудистых заболеваний и других осложнений. Известно, что для больных СД характерно снижение толерантности к физической нагрузке, нарушение их гомеостаза и энергетического баланса на фоне инсулинорезистентности [13, 14]. С целью увеличения физической нагрузки в комплекс данного лечения была включена ЧЭНС в областях мышц передней стенки живота и ног.

ЧЭНС в покое обладает рядом преимуществ. В отличие от активных движений при ЧЭНС отсутствует перегруз-



Данные регрессионного анализа показателей TSS и NDS у больных СД.

$R^2 = 0,6051$  – величина достоверности аппроксимации для значений TSS во 2-й группе больных;  $R^2 = 0,6685$  – величина достоверности аппроксимации для значений TSS в 1-й группе;  $R^2 = 0,9546$  – величина достоверности аппроксимации для значений NDS во 2-й группе;  $R^2 = 0,9705$  – величина достоверности аппроксимации для значений NDS в 1-й группе (подробности см. в тексте).

ка кардиореспираторной системы, не возникает одышки и перепадов давления, а также сохраняется стабильность сократимости левого желудочка сердца. Известно, что под влиянием электростимуляции (ЭС) происходит нормализация взаимоотношений внутри вегетативной нервной системы с последующим сдерживанием эктопической активности миокарда и уменьшением количества экстрасистол. ЭС также оказывает положительное влияние на периферическое сосудистое сопротивление и лимфатический дренаж, оказывает профилактику венозных тромбоэмболических осложнений после операций [15, 16]. При этом у больных с хроническим легочным сердцем после курса ЧЭНС отмечали повышение толерантности к физической нагрузке, жизненной емкости легких, по данным эхокардиографического исследования выявлена тенденция к снижению среднего давления в легочной артерии и отсутствие изменений структурных показателей желудочков сердца, что в целом отражало процессы адаптации кардиореспираторной и вегетативной системы [17, 18].

Сокращение мышц при физической нагрузке, в том числе ЧЭНС, способствует коррекции клинико-гормональных нарушений, изменяет пищевой стереотип, снижает массу тела [19, 20]. Так, до начала лечения масса тела у больных в 1-й группе превышала расчетные нормальные значения на 14,9%, во 2-й группе – на 14,7%. У больных во 2-й группе после курса лечения масса тела снизилась на 6,2%. В дальнейшем снижение массы тела на 4,3% отмечалось у них до 9 мес. Из литературы известно, что уменьшение массы тела на 5% у пациентов с ожирением ассоциируется с улучшением показателя HbA1c на 0,6% и снижением дозы сахароснижающей терапии [21]. У больных в 1-й группе масса тела столь значительно не изменилась.

После курса лечения у больных во 2-й группе ИМТ 37,3 кг/см<sup>2</sup> на протяжении 9 мес наблюдения изменялся и перешел в другую категорию «избыточной массы тела» – 28–30 кг/см<sup>2</sup>. У больных в 1-й группе столь существенно снижения массы тела не произошло.

Жировая ткань висцеральной локализации выполняет трофическую и энергетическую функции, представляет собой активный эндокринный орган, который способен синтезировать и секретировать в кровотоке медиаторы инсулинорезистентности, такие как фактор некроза опухолей  $\alpha$ ,

который снижает активность инсулиновых рецепторов; ингибитор активатора плазминогена-1, ассоциированный с дисфункцией системы гемостаза; интерлейкин-6, который имеет ауто- и паракринные регуляторные свойства в жировой ткани; лептин, влияющий на центр голода и тем самым на увеличение жировой ткани и др. [22–24]. Если учесть важную роль висцерального жира в патогенезе СД 2-го типа, определенный интерес представляет влияние различных фармакологических и нелекарственных воздействий на ожирение [25–27]. В данной работе ЧЭНС от аппарата OMRON E-4, включенная в курс комплексного лечения у больных во 2-й группе, способствовала переходу содержания висцерального жира с 13-го до 11-го уровня. Это снижение привело к положительному клиническому результату, а также уменьшению жалоб больных, что не наблюдалось у больных в 1-й группе.

### Выводы

ЧЭНС мышц передней стенки живота и ног от аппарата OMRON E-4, входящая в комплексное лечение больных СД 2-го типа с нейропатическими и метаболическими нарушениями, дает положительные результаты, а именно:

- снижает интенсивность нейропатических жалоб, в том числе оказывает выраженное обезболивающее действие;
- частично восстанавливает чувствительность по параметрам шкалы NDS;
- уменьшает содержание висцерального жира и нормализует жировую массу, что в целом может снижать метаболические риски.

Эффективность предложенного нами комплексного лечения у больных во 2-й группе подтверждается наступлением достаточно стойкой и длительной ремиссии заболевания по сравнению с больными в 1-й группе.

Достигнутое клиническое улучшение у больных во 2-й группе способствует улучшению их социальной адаптации и положительно влияет на прогноз заболевания.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ЛИТЕРАТУРА

(пп. 11, 12, 19, 20, 23, 25–27 см. в REFERENCES)

1. Суплотова Л.А., Бельчикова Л.Н., Рожнова Н.А. Эпидемиологические аспекты сахарного диабета 2 типа с манифестацией заболевания в молодом возрасте. *Сахарный диабет*. 2012; (1): 11–3.
2. Шишкин А.Н. Метаболические заболевания новая эпидемия XXI-го века. *Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения*. 2012; (1): 347–8.
3. McCall Chr. Country in Focus: Indonesia struggles to pay for the increase in diabetes. *Lancet Diabet. Endocrinol.* 2016; 8(4): 653–4.
4. Сунцов Ю.И., Болотская Л.Л., Рудакова О.Г., Андрианова Е.А., Толкачева А.А., Кон И.Л. Распространенность сахарного диабета 2 типа и его осложнений среди населения Московской области (данные одномоментных эпидемиологических исследований). *Сахарный диабет*. 2013; (4): 6–10
5. Лапик И.А., Шарафетдинов Х.Х., Плотникова О.А. Влияние диетотерапии на показатели состава тела у больных ожирением и сахарным диабетом 2 типа. *Трудный пациент*. 2012; (1): 23.
6. Кардозу В.М., Фернандеш Д.М., Бакытжанова А.Е. Гиподинамия – болезнь цивилизации. *Бюллетень медицинских интернет-конференций*. 2014; (5): 704.
7. Болотова Н.В., Чичева Г.В., Райгородская Н.Ю. Возможности аппаратной физиотерапии при лечении больных ожирением. *Курортные ведомости*. 2010; 59(2):44–5.
8. Волобуев А.Н., Сирота А.И. Биофизические принципы электростимуляции. *Вестник новых медицинских технологий*. 2008; XV(2): 14–7.
9. Лазаренко Н.Н. Возможности многоканальной электростимуляции в реабилитации больных с метаболическим синдромом. В кн.: *Материалы 1 Национального конгресса терапевтов*. Москва, 1–3 ноября 2006. М.; 2006: 120.
10. Ли Б.О., Козырева О.В. Комплексная программа физической реабилитации женщин второго периода зрелого возраста с метаболическим синдромом. *Терапевт*. 2014; (6): 39–45.
13. Амирханова Д.Т., Адильбекова Ф.К., Бугибаева А.Б. Оценка уровня физической активности у больных с различными рисками сахарного диабета. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015; 32(1–4): 14–6.

14. Хасанова Ю.В., Нелаева А.А., Галкина А.Б., Медведева И.В. Роль коагуляции и воспаления в развитии диабетической нефропатии у больных сахарным диабетом 2 типа. *Сахарный диабет*. 2012; (1): 31–4. DOI: 10.14341/2072-0351-5976.
15. Лазаренко Н.Н., Супова М.В., Трунова О.В., Смирнова С.Н., Прикул В.Ф. Влияние электростимуляции на периферическую иммунную систему в эксперименте и клинике. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2015; (4): 41–7.
16. Хайретдинова Г.А., Федулаев Ю.Н., Арьков В.В., Перцов С.С., Андреева О.Н. Влияние электростимуляции мышц на электрофизиологические показатели работы сердца у спортсменов. *Бюлл. экпер. биол.* 2010; 150(10):450–3.
17. Лаберко Л.А., Баринов В.Е., Лобастов К.В., Горшков К.М., Асратян С.А. Электростимуляция в профилактике венозных тромбозомболических осложнений. *Физиотер., бальнеол. и реабил.* 2012; (1): 13–7.
18. Сумин, А.Н., Снитская Н.А., Архипов О.Г. Влияние электростимуляции скелетных мышц на мышечный статус у больных с хроническим легочным сердцем. *Вопр. курортол.* 2008; (1): 41–3.
21. Аметов А.С., Доскина Е.В., Абаева М.Ш., Нажмутдинова П.К. Ожирение, фактор ухудшающий прогноз и качество жизни пациентов с сахарным диабетом 2-го типа. *Мед.-соц. экперт. и реабил.* 2014; (3): 48–52.
22. Древалев А.В., Мисникова И.В., Триголосова И.В. Лептин у женщин, больных сахарным диабетом 2 типа, не получающих лекарственную сахароснижающую терапию. *Ожирение и метаболизм*. 2010; (1): 41–5.
24. Демидова Т.Ю., Круглова Е.Л. Динамика гормональных нарушений функционального характера на фоне выраженной регрессии висцеральной жировой ткани при лечении пациентов с ожирением. *Русский медицинский журнал*. 2009; (10): 712–6

### REFERENCES

1. Suplotova L.A., Bel'chikova L.N., Rozhnova N.A. Epidemiological aspects of type 2 diabetes with the manifestation of the disease at a young age. *Sakharnyi diabet*. 2012; (1): 11–3. (in Russian)
2. Shishkin A.N. Metabolic diseases of the new epidemic of XXI-st century. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2012; (1): 347–8. (in Russian)
3. McCall Chr. Country in Focus: Indonesia struggles to pay for the increase in diabetes. *Lancet Diabet. Endocrinol.* 2016; 8(4): 653–4.
4. Suntsov Yu.I., Bolotskaya L.L., Rudakova O.G., Andrianova E.A., Tolkacheva A.A., Kon I.L. The prevalence of type 2 diabetes and its complications among the population of Moscow region (data cross-sectional epidemiological studies). *Sakharnyi diabet*. 2013; (4): 6–10. (in Russian)
5. Lapik I.A., Sharafetdinov Kh.Kh., Plotnikova O.A. Influence of diet therapy on body composition parameters in patients with obesity and type 2 diabetes. *Tрудnyi patsient*. 2012; (1): 23. (in Russian)
6. Kardozu V.M., Fernandesh D.M., Bakytzhanova A.E. Physical inactivity a disease of civilization. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsiy*. 2014; (5): 704. (in Russian)
7. Bolotova N.V., Chicheva G.V., Raygorodskaya N.Yu. The possibilities of physiotherapy in the treatment of obese patients. *Kurortnye vedomosti*. 2010; 59 (2): 44–5. (in Russian)
8. Volobuev A.N., Sirota A.I. Biophysical principles of electrostimulation. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2008; XV(2): 14–7. (in Russian)
9. Lazarenko N.N. Features a multi-channel electrical stimulation in rehabilitation of patients with metabolic syndrome. In: *Materials of 1 National congress of therapists [Materialy I Natsional'nogo kongressa terapevtov. Moskva, 1–3 noyabrya, 2006]*. Moscow: 2006; 120. (in Russian)
10. Li Y.O., Kozyreva O.V. A comprehensive program of physical rehabilitation of women of the second period of mature age with metabolic syndrome. *Терапевт*. 2014; (6): 39–45. (in Russian)
11. Botez S.A., Herrmann D.N. Sensory neuropathies, from symptoms to treatment. *Curr. Opin. Neurol.* 2010; 23: 502–8.
12. Overell J.R. Peripheral neuropathy: pattern recognition for the pragmatist. *Pract. Neurol.* 2011; 56: 62–70.
13. Amirkhanova D.T., Adil'bekova F.K., Bugibaeva A.B. Assessment of the level of physical activity in patients with different risk of diabetes. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2015; 32(1–4): 14–6. (in Russian)
14. Khasanova Yu. V., Nelaeva A.A., Galkina A.B., Medvedeva I.V. The role of coagulation and inflammation in the development of diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. *Sakharnyi diabet*. 2012; (1): 31–4. DOI: 10.14341/2072-0351-5976. (in Russian)
15. Lazarenko N.N., Supova M.V., Trunova O.V., Smirnova S.N., Prikul V.F. The influence of electrical stimulation on the peripheral immune system under the experimental and clinical conditions. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoj kultury*. 2015; (4): 41–7. (in Russian)
16. Khayretdinova G.A. Fedulaev Yu.N., Ar'kov V.V., Pertsov S.S., Andreeva O.N. Effect of electrical stimulation of muscles electrophysiologic cardiac performance in athletes. *Byull. eksper. biol.* 2010; 150(10): 450–3. (in Russian)
17. Laberko L.A., Barinov V.E., Lobastov K.V., Gorshkov K.M., Asratyan S.A. Electromyostimulation in the prevention of venous thromboembolic events. *Fizioter., bal'neol. i реабил.* 2012; (1): 13–7. (in Russian)
18. Sumin A.N., Snitskaya N.A., Arkhipov O.G. Effect of electrical stimulation of skeletal muscle to muscle status in patients with chronic pulmonary heart. *Vopr. kurortol.* 2008; (1): 41–3. (in Russian)
19. Rerksupphaphol L, Rerksupphaphol S. Efficacy of transcutaneous electrical acupoint stimulation compared to electroacupuncture at the main acupoints for weight reduction in obese Thai women. *Int. J. Collabora. Res. Intern. Med. Publ. Hlth.* 2011; 3(11): 811–20.

20. Yang J.J., Xing H.J., Xiao H.L., Li Q., Li M., Wang S.J. Effects of acupuncture combined with diet adjustment and aerobic exercise on weight and waist-hip ratio in simple obesity patients. *Zhongguozhenjiu = Chin. Acupunct. Moxibust.* 2010; 30: 555–8.
21. Ametov A.S., Doskina E.V., Abaeva M.Sh., Nazhmutdinova P.K. Obesity is a factor worsening the prognosis and quality of life of patients with type 2 diabetes. *Med. sots. ekspert. i Rehabil.* 2014; (3): 48–52. (in Russian)
22. Dreval' A.V., Misnikova I.V., Trigolosoza I.V. Leptin in women with type 2 diabetes who are not receiving drug hypoglycemic therapy. *Ozhirenie i metabolizm.* 2010; (1): 41–5. (in Russian)
23. Christiansen T., Paulsen S.K., Bruun J.M., Ploug T., Pedersen S.B., Richelsen B. Diet-induced weight loss and exercise alone and in combination enhance the expression of adiponectin receptors in adipose tissue and skeletal muscle, but only diet-induced weight loss enhanced circulating adiponectin. *J. Clin. Endocrinol.* 2010; 95: 911–9.
24. Demidova T.Yu., Kruglova E.L. Dynamics of hormonal disorders functional nature against the backdrop of severe regression of visceral adipose tissue in the treatment of patients with obesity. *Russkiy meditsinskiy zhurnal.* 2009; (10): 712–6. (in Russian)
25. Griffin S.J., Borch-Johnsen K., Davies M.J., Khuni K., Rutten G.E.H.M., Sandbaek A. et al. Effect of early intensive multifactorial therapy on 5-year cardiovascular outcomes in individuals with type 2 diabetes detected by screening (ADDITION-Europe): a cluster-randomised trial. *Lancet.* 2011; 378(9786): 156–67. DOI: 10.1016/80140-6736(11)606.98-3
26. Gregg E.W., Chen H., Wagenknecht L.E., Clark J.M., Delahanty L.M., Bantle J. et al. Association of an intensive lifestyle intervention with remission of type 2 diabetes. *J.A.M.A.* 2012; 308(23): 2489–96. DOI: <http://dx.doi.org/10.1001/jama.2012.67929>.
27. Madsen E.L., Rissanen A., Bruun J.M., Skogstrand K., Tonstad S., Hougaard D.M. et al. Weight loss larger than 10% is needed for general improvement of levels of circulating adiponectin and markers of inflammation in obese subjects: a 3-year weight loss study. *Eur. J. Endocrinol.* 2008; 158: 179–87.

Поступила 08 августа 2016  
Принята в печать 05 сентября 2016

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 615.849.11:612.172.2.084

Чуян Е.Н., Никифоров И.Р., Бирюкова Е.А., Миронюк И.С., Раваева М.Ю.

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КРАЙНЕ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ МОДУЛИРУЕТ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ВОЛОНТЕРОВ

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым

Изучены изменения показателей variability сердечного ритма под воздействием 10-дневного курса низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ). Установлено, что курсовое воздействие ЭМИ КВЧ оказывает корректирующее влияние на сердечно-сосудистую систему волонтеров, в первую очередь за счет снижения централизации регуляторных механизмов. Степень влияния ЭМИ КВЧ на variability сердечного ритма зависит от количества проведенных сеансов и исходного уровня функционального состояния испытуемых. Кроме того, воздействие ЭМИ КВЧ приводит к уменьшению межгрупповой дисперсии показателей variability сердечного ритма у испытуемых разных групп.

**Ключевые слова:** variability сердечного ритма; электромагнитное излучение крайне высокой частоты, дисперсионный анализ.

**Для цитирования:** Чуян Е.Н., Никифоров И.Р., Бирюкова Е.А., Миронюк И.С., Раваева М.Ю. Электромагнитное излучение крайне высокой частоты модулирует variability сердечного ритма у волонтеров. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* 2016; 15(6): 297-301. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-297-301>

**Для корреспонденции:** Бирюкова Елена Александровна, канд. биол. наук, доц., ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», кафедра физиологии человека и животных и биофизики Таврической академии (структурное подразделение), 295007, г. Симферополь. E-mail: [biotema@rambler.ru](mailto:biotema@rambler.ru)

*Chuyan E.N., Nikiforov I.R., Biryukova E.A., Mironyuk I.S., Ravaeva M.Yu.*

### ULTRAHIGH FREQUENCY ELECTROMAGNETIC RADIATION MODULATES CARDIAC RHYTHM VARIABILITY IN VOLUNTEERS

Federal state autonomous educational institution of higher education “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”, Simferopol’, 295007, Republic of Crimea, Russian Federation

The objective of the present work was to study variability of cardiac rhythms developing under the influence of the 10 day-long course of low-intensity ultrahigh frequency electromagnetic radiation (UHF EMR). It was shown that the courses of UHF EMR have corrective effect on the cardiovascular system of the volunteers, in the first place by means of reducing the level of centralization of the regulatory mechanisms. The intensity of the influence of this therapy on the cardiac rhythm variability depends on the number of treatment courses and the initial functional state of the volunteers. Moreover, low-intensity ultrahigh frequency electromagnetic radiation decreases the intergroup dispersion of the characteristics of cardiac rhythm variability in the volunteers of different groups.

**Key words:** cardiac rhythm variability, ultrahigh frequency electromagnetic radiation, dispersion analysis.

**For citation:** Chuyan E.N., Nikiforov I.R., Biryukova E.A., Mironyuk I.S., Ravaeva M.Yu. Ultrahigh frequency electromagnetic radiation modulates cardiac rhythm variability in volunteers. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation).* 2016; 15(6): 297-301. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-297-301>

**For correspondence:** Biryukova Elena Aleksandrovna, candidate biol. sci., associate professor, Federal state autonomous educational institution of higher education “V.I. Vernadsky Crimean Federal University”, Department of Human and Animal Physiology and Biophysics, Tauric Academy (a structural division), Simferopol', 295007, Russian Federation. E-mail: [biotema@rambler.ru](mailto:biotema@rambler.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.  
**Acknowledgments.** The work was supported by the Russian Foundation for Basic Research, research project No. 15-04-06054 “Phenomenology and mechanisms of action of weak electromagnetic factors: weakened the Earth's electromagnetic field and low-intensity electromagnetic radiation extremely high frequency”.

Received 08 June 2016  
Accepted 05 September 2016