

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 reabil.* 2014; (3): 48–52. (in Russian)
22. Dreval' A.V., Misnikova I.V., Trigoslova 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/S0140-6736(11)60698-3
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

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 inter-group 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

**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

## Введение

На сегодняшний день одним из наиболее информативных неинвазивных методов исследования функционального состояния организма является вариабельность сердечного ритма (ВСР) [1–4]. Данный метод основан на периодических изменениях интервалов времени между сердечными сокращениями нормального синусового ритма сердца [5]. Согласно исследованиям многих авторов [4–7], ВСР отражает активность нейрогуморальных регуляторных механизмов как сердечно-сосудистой системы, так и организма в целом.

В наших предыдущих исследованиях было выявлено достоверное изменение ВСР в процессе курсового воздействия электромагнитного излучения крайне высокой частоты (ЭМИ КВЧ) [8]. При этом использованные в исследовании статистические методы не имели высокой информативности при сравнении межгрупповых различий ВСР, а также не давали возможности в полной мере оценить точный вклад ЭМИ КВЧ в полученные изменения ВСР.

В результате этого целью настоящего исследования явилось использование однофакторного дисперсионного анализа для оценки качественного и количественного вклада ЭМИ КВЧ в общую дисперсию показателей ВСР и сравнения межгрупповых различий эффективности КВЧ-воздействий.

## Материал и методы

Для исследования было отобрано 57 студентов-волонтеров женского пола от 18 до 21 года, не имеющих патологических изменений сердечно-сосудистой системы. В соответствии со значениями индекса напряжения регуляторных систем (ИН) все испытуемые были разделены на 3 группы с низким (I группа,  $n = 17$ ; до 50 усл. ед.), средним (II группа,  $n = 27$ ; от 50 до 150 усл. ед.) и высоким (группа III,  $n = 13$ ; от 150 усл. ед.) значением данного показателя.

Воздействие ЭМИ КВЧ осуществлялось ежедневно на протяжении 10 дней в утреннее время суток с помощью 7-канального аппарата РАМЕД-ЭКСПЕРТ-04 (производство

научно-исследовательской лаборатории «Рамед», г. Днепрпетровск; регистрационное свидетельство МЗ № 783/99 от 14.07.1999, выданное КНМТ МОЗ Украины на право применения в медицинской практике в Украине). Технические характеристики генератора:  $\lambda = 7,1$  мм,  $\eta = 42,4$  ГГц, плотность потока мощности волны (ППМ) = 0,1 мВт/см<sup>2</sup>.

Местом воздействия были выбраны области биологически активных точек: GI-15 правого плечевого сустава, симметричные E-34, RP-6 и GI-4; время воздействия 30 мин.

Запись кардиограммы проводили с помощью аппаратно-программного комплекса Омега-М (производство научно-исследовательской лаборатории «Динамика», г. Санкт-Петербург) ежедневно в положении лежа в течение 5 мин после КВЧ-воздействия.

Полученные кардиограммы автоматически преобразовывались в вариационные ряды кардиоинтервалов, для анализа которых использовали спектральные (мощности волн в высоко- и низкочастотных диапазонах спектра CP – HF и LF в мс<sup>2</sup>), геометрические (АМо – амплитуда моды) и статистические (RMSSD – квадратный корень из суммы квадратов разностных значений) методы ВСР, а также метод вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому (ИН).

Оценка функции распределения исследуемых показателей ВСР позволила заключить, что параметры наблюдаемой нами выборки имели распределение, близкое к нормальному. Это дало возможность оперировать показателями вариативности признаков (дисперсией) с целью учета влияния организованных входных факторов. В качестве контролируемого фактора использовали курсовое воздействие ЭМИ КВЧ. Для оценки вклада влияния ЭМИ КВЧ в общую дисперсию использовали метод Н.А. Плехинского [9], при котором исследуемыми признаками факторного отклика являлись показатели силы влияния ( $\eta^2$ ) контролируемых факторов на значения рассматриваемых показателей ВСР. Учитывали следующие показатели:

- SS-effect ( $D_x$ ) – сумма квадратов в уравнении дисперсии, обусловленная действием контролируемых факторов;
- SS-error ( $D_z$ ) – сумма квадратов в уравнении дисперсии, обусловленная действием неконтролируемых факторов;
- $\eta^2$  – процентный вклад контролируемых факторов в общую дисперсию, рассчитанный по формуле:

$$\eta^2 = \frac{D_x}{D_x + D_z} \cdot 100.$$

Суть этого метода состоит в том, что общая вариация результирующего показателя расчленяется на части, соответствующие раздельному и совместному влиянию различных качественных факторов, и остаточную вариацию, аккумулирующую влияние всех неучтенных составляющих. Статистическое изучение этих частей позволяет делать выводы о влиянии на результирующий показатель контролируемого фактора [10].

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета программ Омега-М и Статистика 6.0.

## Результаты

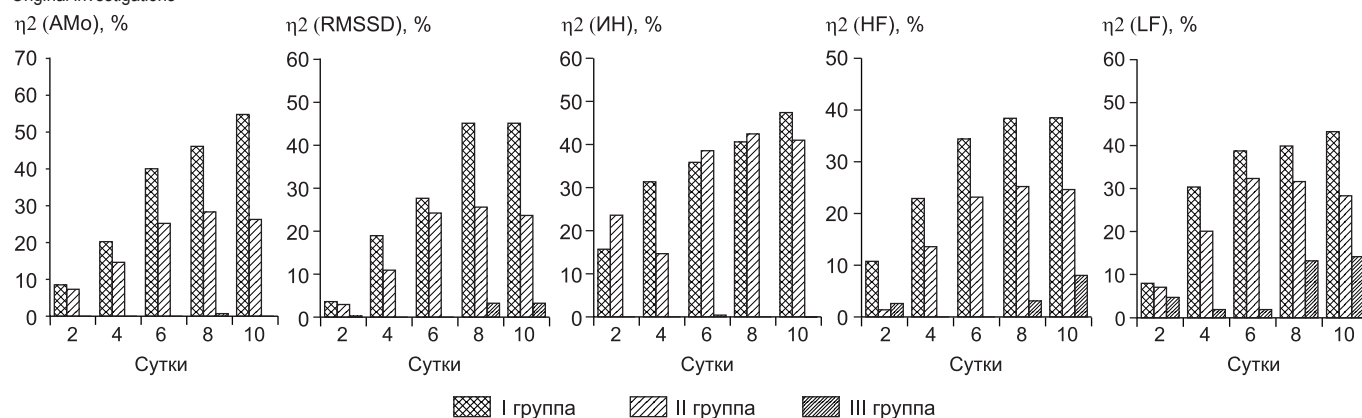
В результате проведенного исследования были установлены достоверные изменения значений рассматриваемых показателей у испытуемых II и III групп (табл. 1). У испытуемых I группы достоверных изменений рассматриваемых показателей ВСР за весь курс исследования зарегистрировано не было.

Из многочисленных литературных данных [4, 5, 11–13] известно, что HF отражает активность парасимпатического звена вегетативной нервной системы (ВНС), а умеренное преобладание значений HF в общем спектре согласуется с положением об адаптационно-трофическом защитном действии блуждающего нерва на сердце. LF – составляющая

Таблица 1  
Изменение показателей ВСР до и после 10 сеансов воздействия ЭМИ КВЧ

| Показатель | Количество сеансов ЭМИ КВЧ | Группы испытуемых |                                  |                                  |
|------------|----------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|            |                            | I                 | II                               | III                              |
| ИН         | Фон                        | 45,5 ± 3,97       | 142,1 ± 7,19                     | 270,8 ± 21,26                    |
|            | 10                         | 48,2 ± 6,28       | 81,6 ± 5,54<br>$p \leq 0,001$    | 124,6 ± 11,47<br>$p \leq 0,001$  |
| HF         | Фон                        | 1909,3 ± 133,68   | 399,7 ± 48,18                    | 125,5 ± 13,16                    |
|            | 10                         | 1881,3 ± 339,00   | 754,8 ± 65,42<br>$p \leq 0,001$  | 340,2 ± 42,35<br>$p \leq 0,001$  |
| LF         | Фон                        | 1670,1 ± 153,16   | 732,5 ± 54,78                    | 330,2 ± 32,87                    |
|            | 10                         | 1624,5 ± 185,46   | 1187,7 ± 61,43<br>$p \leq 0,001$ | 655,5 ± 48,83<br>$p \leq 0,0001$ |
| АМо        | Фон                        | 23,5 ± 1,47       | 35,7 ± 1,33                      | 54,8 ± 2,20                      |
|            | 10                         | 22,8 ± 1,42       | 27,2 ± 1,22<br>$p \leq 0,0001$   | 32,3 ± 2,10<br>$p \leq 0,01$     |
| RMSSD      | Фон                        | 72,5 ± 3,11       | 34,9 ± 2,35                      | 21,3 ± 1,89                      |
|            | 10                         | 74,5 ± 2,75       | 55,04 ± 4,09<br>$p \leq 0,0001$  | 42,6 ± 3,24<br>$p \leq 0,001$    |

Примечание.  $p$  – уровень достоверности различий по критерию Вилкоксона между значениями до и после 10 сеансов воздействия ЭМИ КВЧ.



Изменение процентного вклада ЭМИ КВЧ в общую дисперсию показателей ВСП на протяжении 10 дней эксперимента.

\* – уровень значимости  $p \leq 0,05$ ; • – уровень значимости  $p \leq 0,001$ .

спектра, напротив, в большей степени отражает активность симпатического отдела ВНС, в первую очередь вазомоторного центра [13, 14].

Кроме того, стабилизирующий эффект централизации управления СР, обусловленный в основном степенью активации симпатического отдела ВНС, отражается в значениях АМо и ИН, в свою очередь активность отдела автономной нервной системы отражают значения RMSSD [5, 11, 13, 14].

Таким образом, полученные данные о влиянии ЭМИ КВЧ на показатели ВСП свидетельствуют о качественном влиянии данного фактора на ВНС и адаптационный потенциал организма испытуемых, что подтверждается данными, полученными в наших предыдущих исследованиях.

Проведение дисперсионного анализа и дальнейшая обработка полученных результатов позволила установить значительные изменения вклада ЭМИ КВЧ в общую дисперсию рассматриваемых показателей ВСП у испытуемых II и III группы, у испытуемых I группы, как и ожидалось, достоверных изменений данного показателя выявлено не было (см. рисунок).

Следует отметить, что у испытуемых II группы достоверное увеличение значений  $\eta^2$  регистрировали начиная с 3–4-х суток исследования, оно составляло для АМо 15,05% ( $p \leq 0,008$ ), RMSSD – 11,02% ( $p \leq 0,02$ ), HF – 13,82% ( $p \leq 0,008$ ), LF – 20,07% ( $p \leq 0,002$ ), ИН – 14,59% ( $p \leq 0,007$ ) (см. рисунок).

Интенсивное увеличение вклада контролируемого фактора в общую дисперсию у испытуемых II группы регистрировалось в течение последующих 6 сеансов ЭМИ КВЧ, при этом на 6-е сутки исследования значения  $\eta^2$  составляли для АМо 26,83% ( $p \leq 0,00005$ ), RMSSD 25,54% ( $p \leq 0,0002$ ), HF 24,94% ( $p \leq 0,0002$ ), LF 35,06% ( $p \leq 0,00001$ ), ИН 40,73% ( $p \leq 0,00001$ ).

Дальнейшее увеличение контролируемого фактора для всех показателей ВСП было менее интенсивным, и к 10-м суткам исследования значения  $\eta^2$  составляли для АМо 31,13%, RMSSD 27,38%, HF 30,03%, LF 37,49%, ИН 48,06% ( $p \leq 0,00001$ ).

Полученные изменения свидетельствуют о зависимости величины контро-

лируемого фактора от количества повторений сеансов КВЧ-терапии. Однако следует отметить, что данная зависимость у испытуемых II группы не является прямолинейной, так как после 6 сеансов КВЧ-терапии интенсивность увеличения контролируемого фактора существенно снижается, при этом можно говорить о выходе значения  $\eta^2$  для рассматриваемых показателей ВСП на плато.

У испытуемых III группы достоверное увеличение контролируемого фактора для показателей ВСП также наблюдалось начиная с 3–4-х суток исследования, при этом значения  $\eta^2$  к этому времени составляли для АМо 21,8% ( $p \leq 0,02$ ), RMSSD 19,69% ( $p \leq 0,008$ ), HF 24,11% ( $p \leq 0,008$ ), LF 32,51% ( $p \leq 0,002$ ), Si 32,79% ( $p \leq 0,002$ ).

Таблица 2

Значения дисперсионного анализа для показателей ВСП у испытуемых в разные сроки исследования под воздействием ЭМИ КВЧ

| Показатель | Значения дисперсии | Число сеансов воздействия |          |          |          |          |          |
|------------|--------------------|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|            |                    | 1                         | 2        | 4        | 6        | 8        | 10       |
| HF         | SS-effect          | 30010813                  | 28923456 | 27590728 | 20564829 | 21377944 | 19994588 |
|            | SS-error           | 5712668                   | 5963242  | 9499355  | 7762291  | 30243650 | 30187242 |
|            | F                  | 136,5879                  | 126,1075 | 75,5166  | 68,8824  | 18,37829 | 17,22116 |
|            | p                  | 0,001                     | 0,001    | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,0002   |
| LF         | SS-effect          | 14735330                  | 10943004 | 8284519  | 7593809  | 8604089  | 7015181  |
|            | SS-error           | 7627550                   | 11096344 | 10655298 | 8014939  | 12371674 | 11206304 |
|            | F                  | 50,2283                   | 25,6407  | 20,2151  | 24,6339  | 18,0821  | 16,2761  |
|            | p                  | 0,0001                    | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,0003   |
| АМо        | SS-effect          | 7432,53                   | 5504,31  | 4009,12  | 2666,55  | 1822,75  | 664,27   |
|            | SS-error           | 2467,63                   | 3206,62  | 3185,16  | 2200,74  | 2157,52  | 2221,90  |
|            | F                  | 78,312                    | 44,630   | 32,7259  | 31,503   | 21,966   | 7,7730   |
|            | p                  | 0,0001                    | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,002    |
| RMSSD      | SS-effect          | 22128,86                  | 19811,8  | 13003,5  | 11596,2  | 11154,6  | 7905,8   |
|            | SS-error           | 6285,46                   | 7715,1   | 7945,2   | 7415,9   | 9764,6   | 13743,0  |
|            | F                  | 91,5367                   | 66,7663  | 42,5531  | 40,6561  | 29,7013  | 14,9568  |
|            | p                  | 0,001                     | 0,0001   | 0,0001   | 0,00001  | 0,0001   | 0,0007   |
| ИН         | SS-effect          | 379796                    | 206595,7 | 139794,0 | 109866,3 | 78066,1  | 43578,1  |
|            | SS-error           | 117080                    | 93569,1  | 64463,0  | 60587,2  | 60596,0  | 51872,8  |
|            | F                  | 84,3417                   | 57,4067  | 56,3834  | 47,1473  | 33,4959  | 21,8425  |
|            | p                  | 0,001                     | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,0001   | 0,00001  |

Примечание. SS-effect – межгрупповая сумма квадратов отклонений отражает различия между группами; SS-error – внутригрупповая сумма квадратов отклонений, отражает различия внутри групп; F – значения критерия Фишера; p – уровень статистической значимости.



Дальнейшие изменения заключались в последовательном увеличении доли контролируемого фактора на протяжении всего курса КВЧ-воздействия, значения которого на 10-е сутки составляли для АМо 67,87% ( $p \leq 0,0008$ ), RMSSD 55,39% ( $p \leq 0,0002$ ), HF 47,41% ( $p \leq 0,0008$ ), LF 54,02% ( $p \leq 0,0002$ ), IN 58,47% ( $p \leq 0,0007$ ).

Таким образом, у испытуемых данной группы изменение вклада ЭМИ КВЧ в общую дисперсию, а следовательно, и силы его влияния на показатели ВСР протекало в той же направленности, что и во II группе, однако интенсивность влияний не снижалась на протяжении всего курса КВЧ-воздействия, вследствие чего значения  $\eta^2$  достигали более высоких уровней.

При дисперсионном анализе также выявлены значительные изменения межгрупповых различий в значениях рассматриваемых показателей ВСР.

Наиболее интенсивные изменения межгрупповой дисперсии (SS-effect) были зарегистрированы для показателей АМо и ИН, которые за 10 сеансов КВЧ-воздействия снизились на 91% ( $p \leq 0,002$ ) и 88% ( $p \leq 0,00001$ ) соответственно (табл. 2).

Изменение межгрупповой дисперсии для показателей статистического и спектрального анализа было менее выражено, при этом значения SS-effect для RMSSD, HF и LF на 10-е сутки исследования увеличились на 64% ( $p \leq 0,0007$ ), 33% ( $p \leq 0,0002$ ) и 52% ( $p \leq 0,0003$ ) соответственно по отношению к значениям, полученным в 1-е сутки исследования.

Таким образом, проведение дисперсионного анализа позволило выявить значительный вклад ЭМИ КВЧ в изменение значений рассматриваемых показателей ВСР. Следует отметить, что интенсивность воздействия ЭМИ КВЧ на значения показателей ВСР зависела как от исходного состояния испытуемых, так и от количества сеансов КВЧ-воздействия.

При этом у испытуемых I группы с наиболее оптимальными значениями показателей ВСР не было зарегистрировано статистически значимых изменений контролируемого фактора в общей дисперсии за все время исследования. В то же время у испытуемых III группы, имеющих значительное напряжение регуляторных систем и отклонение значений исследуемых показателей от нормы, было зарегистрировано наиболее интенсивное увеличение вклада контролируемого фактора в изменение показателей ВСР на протяжении всего курса исследования. Во II группе испытуемых значения показателей ВСР занимали промежуточное положение, а увеличение вклада контролируемого фактора было менее интенсивно, чем у испытуемых III группы, и после 6–8 сеансов КВЧ-воздействия выходило на плато (см. рисунок).

Вместе с тем под действием ЭМИ КВЧ наблюдалось уменьшение дисперсии в значениях ВСР между разными группами испытуемых. Такие изменения происходят в результате избирательного воздействия ЭМИ КВЧ, определяемого степенью отклонения значений ВСР от оптимальных, что, по-видимому, объясняется законом «начальных значений» Вильдера–Лейтеса, основной смысл которого состоит в «стягивании исходно различных значений показателя к единому уровню. Этап реакции, состоящий в уменьшении дисперсии признака, формируется чаще в зоне средних значений физиологической нормы» [15].

Кроме того, было установлено, что воздействие ЭМИ КВЧ на ВСР оказывает корректирующее действие в первую очередь за счет снижения централизации регуляторных механизмов, о чем свидетельствуют наиболее интенсивные изменения межгрупповой дисперсии для показателей ИН и АМо.

Таким образом, степень влияния ЭМИ КВЧ на изменения ВСР зависит от количества проведенных сеансов и исходного уровня функционального состояния испытуемых.

## Выводы

1. Курсовое воздействие ЭМИ приводит к качественным и количественным КВЧ изменениям дисперсии показателей ВСР.

2. Увеличение доли контролируемого фактора в общей дисперсии показателей ВСР зависит от изначального функционального состояния испытуемых. Наиболее интенсивные изменения регистрировали в III группе со значительными отклонениями вариабельности сердечного ритма от нормы; у испытуемых I группы с оптимальными значениями ВСР изменений контролируемого фактора не зарегистрировано.

3. Увеличение доли контролируемого фактора в общей дисперсии показателей ВСР зависит от количества проведенных сеансов электромагнитного излучения, при этом максимальные значения  $\eta^2$  регистрируются после 10 сеансов.

4. Курсовое ЭМИ КВЧ приводит к уменьшению межгрупповой дисперсии показателей ВСР у испытуемых разных групп.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.  
**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, в рамках научного проекта А № 15-04-06054 «Феноменология и механизмы действия слабых электромагнитных факторов: ослабленного электромагнитного поля Земли и низкоинтенсивного электромагнитного излучения крайне высокой частоты».

Исследование проведено по научно-исследовательской работе № 3873 «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низкоинтенсивных факторов различной природы», выполняемой в рамках базовой части государственного задания в сфере научной деятельности № 2015/701.

## ЛИТЕРАТУРА (пп. 12, 13 см. в REFERENCES)

- Колоцкий А.К., Иванов Г.Г., Дворников В.Е., Грибанов А.Н., Юзеф Х., Рехвишвили М.В. и др. Исследование вариабельности сердечного ритма при анализе аритмий. *Вестник РУДН, Серия Медицина*. 2001; (2): 113–30.
- Баевский Р.М., Берсенева А.П. *Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний*. М.: Медицина; 1997.
- Пархоменко А.Н., Лутай Я.М., Шумаков А.В. и др. Оценка вариабельности ритма сердца и электрофизиологических свойств миокарда у больных с острым коронарным синдромом без элевации сегмента ST: значение для определения ближайшего и отдаленного прогноза. *Український кардіологічний журнал*. 2003; (1): 15–23.
- Михайлов В.М. *Вариабельность сердечного ритма: опыт практического применения*. Иваново: Нейрософт; 2000.
- Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, физиологической интерпретации и клинического использования / Рабочая группа Европейского кардиологического общества и Северо-Американского общества стимуляции и электрофизиологии. *Вестник аритмологии*. 1999; (11): 53–78.
- Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма. Медико-физиологические аспекты. *Интернет-журнал по функциональной диагностике*. <http://fdpro.ru/variablenostserdechnogo-ritma-med>.
- Голухова Е.З., Алиева А.М., Какучая Т.М., Воеводина В.М., Аракелян Г.Г., Мрикаев Д.В. Вариабельность сердечного ритма и методы ее оценки. *Креативная кардиология*. 2009; (1): 76.
- Чуяв Е.Н., Никифоров И.Р., Раваева М.Ю., Бирюкова Е.А., Богданова О.Д. Изменение показателей вариабельности сердечного ритма под влиянием низкоинтенсивного миллиметрового излучения. *Физика живого*, 2009; 17(2): 206–13.
- Плохинский Н.А. Достоверность разности малых долей. В кн.: *Математические методы в биологии*. М.; 1972: 266.
- Гусев А.Н. *Дисперсионный анализ в экспериментальной психологии: Учебное пособие для студентов факультетов психологии вузов*. М.: Учебно-методический коллектор «Психология»; 2000.
- Баевский Р.М., Барсукова Ж.Ю. *Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма: Методические рекомендации*. Владивосток: ДЦО АН СССР; 1989.
- Киселев А.Р., Киричук В.Ф., Гриднев В.И., Кожикина О.М. Оценка вегетативного управления сердцем на основе спектрального анализа вариабельности сердечного ритма. *Физиология человека*. 2005; 31(6): 37–43.
- Плеханов, Г.Ф., Васильев Н.В., Козлова Т.И. Зависимость реакции биосистем на раздражитель от ее исходного значения. *Бюллетень Сибирского отделения АМН СССР*. 1989; (2): 83–6.

## REFERENCES

1. Kolyutskiy A.K., Ivanov G.G., Dvornikov V.E., Gribanov A.N., Yuzef Kh., Rekhviashvili M.V. et al. Investigation of heart rate variability in patients with arrhythmias. *The RUDN bulletin, Seriya «Medicine»*. 2001; (2): 113–30. (in Russian)
2. Bayevsky R.M., Berseneva A.P. *Evaluation of adaptive abilities of an organism and risk of development of diseases*. Moscow: Meditsina; 1997. (in Russian)
3. Parkhomenko A.N., Lutay Y.M., Shumakov A.V. et al. The assessment of heart rate variability and electrophysiological properties of myocardium in patients with acute coronary syndromes without ST elevation: importance for short-term and long-term risk stratification. *Ukr. kardiolog. zhurn.* 2003; (1): 15–23. (in Russian)
4. Mikhailov V.M. *The heart rate variability: experience of practical application*. Ivanovo: Neyrosoft; 2000. (in Russian)
5. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use / Rabochaya gruppa Evropeyskogo kardiologich. ob-va i Severo-Amerikanskogo ob-va stimulyatsii i elektrofiziologii. *Vestnik Aritmologii*. 1999; (11): 53–78.
6. Bayevsky R.M. The heart rate variability. Mediko-physiological aspects. *The Internet magazine on functional diagnostics*. <http://fdpro.ru/variabelnost-serdechnogo-ritma-med>. (in Russian)
7. Golukhova E.Z., Alieva A.M., Kakuchaya T.M., Voevodina V.M., Arakelyan G.G., Mrikaev D.V. The heart rate variability and methods of its assessment. *Kreativnaya kardiologiya*. 2009; (1): 76. (in Russian)
8. Chuyan E.N., Nikiforov I.R., Ravaeva M.Y., Birukova E.A., Bogdanova O.D. Extremely high frequency electromagnetic radiation influence of heart rate variability indices. *Fizika zhivogo*, 2009; 17(2): 206–13. (in Russian)
9. Plokhinskiy N.A. The accuracy of a small fraction of a difference. In: *Matematicheskie metody v biologii*. Moscow: 1972; 266. (in Russian)
10. Gusev A.N. *The dispersive analysis in experimental psychology*. Moscow: Uchebno-metodicheskiy kollektor Human Physiology [Fiziologiya Cheloveka]; 2000. (in Russian)
11. Bayevsky R.M., Barsukova Zh.Yu. *Assessment of a functional condition of an organism on the basis of the mathematical analysis of a heart rate*. Vladivostok: DTsO of Academy of Sciences of the USSR; 1989. (in Russian)
12. Chess G.F., Tam R.M., Carlaresu F.R. Influence of cardiac neural inputs on rhythmic variations of heart period in cat. *Am. J. Physiol.* 1975; 228(3): 775–80. (in Russian)
13. Akselrod S.D., Gordon D., Ubel F.A. et al. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: A quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*. 1981; 213(4503): 220–2.
14. Kiselev A.R., Kirichuk V.F., Gridnev V.I., Kolizhirina O.M. Assessment of heart autonomic control on the basis of spectral analysis of heart rate variability. *Fiziologiya cheloveka*. 2005; 31(6): 37–43.
15. Plekhanov G.F., Vasil'ev N.V., Kozlova T.I. Dependence of reaction of biosystem to an irritant on her reference value. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya AMN SSSR*. 1989; (2): 83–6. (in Russian)

Поступила 08 June 2016

Принята в печать 05 сентября 2016

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2016

УДК 616.71-053.1:577.4

Шмелев В.В.<sup>1</sup>, Воронцова О.И.<sup>2</sup>, Гончарова Л.А.<sup>3</sup>, Расулов М.Д.<sup>4</sup>

# ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА КОРСЕТОМ ШЕНО И ИГЛОРЕФЛЕКСОТЕРАПИЕЙ

<sup>1</sup>ГКУ «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций» ДЗ г. Москвы, 115280 г. Москва;

<sup>2</sup>ЦКП по созданию мультимедиа контента, Астраханский государственный университет, 414056, г. Астрахань;

<sup>3</sup>ГБОУ ВПО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, кафедра детской хирургии, 414000, г. Астрахань;

<sup>4</sup>ФГУП «Астраханское протезно-ортопедическое предприятие» Минтруда России, 414000, г. Астрахань

Представлены результаты оценки эффективности комплексного консервативного лечения идиопатического сколиоза II–III степени у 37 больных в возрасте от 12 до 16 лет. Комплексное лечение включало корсетотерапию методом Шено, иглорефлексотерапию и лечебную физкультуру. Эффективность терапии определяли с помощью динамических и электромиографических показателей и диагностического инструментального комплекса Vison T40 до начала лечения, в процессе лечения и после его окончания. Полученные результаты показали изменения в нервно-мышечном аппарате скелетной мускулатуры, а именно достоверное нарастание в нем проводимости, что доказывает эффективность данного комплексного лечения.

**Ключевые слова:** корсетотерапия; подростки; электромиография; комплексное лечение; система захвата движений Vison.

**Для цитирования:** Шмелев В.В., Воронцова О.И., Гончарова Л.А., Расулов М.Д. Электрофизиологические критерии эффективности лечения идиопатического сколиоза корсетом Шено и иглорефлексотерапией. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016; 15(6): 301–304. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-301-304>

**Для корреспонденции:** Шмелев Валерий Викторович, врач-методист, ГКУ «Дирекция по координации деятельности медицинских организаций департамента здравоохранения города Москвы», 115280, г. Москва. E-mail: [valera-glava@yandex.ru](mailto:valera-glava@yandex.ru)

Shmelev V.V.<sup>1</sup>, Vorontsova O.I.<sup>2</sup>, Goncharova L.A.<sup>3</sup>, Rasulov M.D.<sup>4</sup>

## THE ELECTROPHYSIOLOGICAL CRITERIA FOR THE EFFECTIVENESS OF THE TREATMENT OF IDIOPATHIC SCOLIOSIS WITH THE USE OF THE SHENO CORSET AND ACUPUNCTURE

<sup>1</sup>State institution “Directorate for coordination of activities of medical institutions of Moscow Healthcare Department”, 115280, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Center of collective use for multimedia content formation”, Astrakhan State University, 414056, Astrakhan, Russian Federation;

<sup>3</sup>State autonomous educational institution of higher professional education “Astrakhan State Medical University”, Department of Pediatric Surgery, Russian Ministry of Healthcare, 414000, Astrakhan, Russian Federation;

<sup>4</sup>Federal state unitary enterprise “Astrakhan Prosthetic and Orthopedic Enterprise”, Russian Ministry of Labour and Social Protection, 414000, Astrakhan, Russian Federation

This article was designed to present the results of the evaluation of the effectiveness of the combined conservative treatment of grade II and III idiopathic scoliosis in 37 patients at the age from 12 to 16 years with the use of the Sheno corset, acupuncture, and therapeutic physical exercises. The evaluation was based on the study of