Дата публикации: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_25
УДК 612:796.92; 796.015.6; 615.847

Publication date: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_25
UDC 612:796.92; 796.015.6; 615.847

ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ В УСЛОВИЯХ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫХ СБОРОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

Е.А. Руль, О.Н. Кудря
Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, г. Омск, Россия

Аннотация. Цель исследования: изучить влияние транскраниальной электростимуляции на показатели вариабельности сердечного ритма лыжников-гонщиков в условиях учебно-тренировочных сборов. Своевременная диагностика признаков перенапряжения и, при необходимости, применение восстановительных средств имеет особое значение в условиях учебно-тренировочных сборов лыжников-гонщиков. Анализ и обобщение результатов исследования, представленного в статье, способствовало изучению транскраниальной электростимуляции как внетренировочного средства и ее влияния на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы лыжников. Оценка состояния кардиоваскулярной системы проводилась с использованием современного метода диагностики вариабельности сердечного ритма. Установлено, что курсовое применение транскраниальной электростимуляции способствует повышению экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: лыжные гонки, сердечно-сосудистая система, транскраниальная электростимуляции, восстановление, вариабельность сердечного ритма.

INDICATORS OF HEART RATE VARIABILITY OF SKI RACERS IN THE CONDITIONS OF TRAINING CAMPS USING TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION

E.A. Rul', O.N. Kudrya
Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russia

Annotation. The purpose of the research was to study the effect of transcranial electrical stimulation on the heart rate variability of ski racers in the conditions of training camps.Timely diagnosis of signs of overstrain and, if necessary, the use of restorative means is of particular importance in the conditions of training camps of ski racers. The analysis and synthesis of the research results presented in the article contributed to the study of transcranial electrical stimulation as an out-of-training mean and its effect on the functional state of the cardiovascular system of skiers. The assessment of the state of the cardiovascular system was carried out using a modern method of diagnosing heart rate variability. It has been revealed that the use of the transcranial electrical stimulation course favors an increase in savings in the cardiovascular system's activity.

Key words: ski racing, cardiovascular system, transcranial electrical stimulation, recovery, heart rate variability.

Введение. Повышение суммарного объема нагрузок в условиях учебно-тренировочных сборов лыжников-гонщиков, в частности в предсоревновательном мезоцикле (этап «вкатывания»), оказывает значительное напряжение на состояние сердечно-сосудистой системы. Увеличение общего объема циклической нагрузки зачастую сопровождается смещением вегетативной регуляции в сторону активного включения симпатического отдела автономной нервной системы, что связано с напряжением регуляторных механизмов. Преобладание активности симпатического звена регуляции принято считать фактором риска при развитии патологических состояний сердечно-сосу-

дистой системы спортсменов [1], что требует увеличения времени для восстановления организма. Неполное восстановление может привести к перенапряжению функциональных систем организма и, соответственно, к снижению спортивного результата. Методы оценки вариабельности сердечного ритма используют для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, что позволяет вовремя принять меры для снижения риска появления патологических состояний у спортсменов.

В условиях учебно-тренировочных сборов особое значение для подготовки спортсмена приобретает своевременное определение признаков перенапряжения сердечно-сосудистой системы и, при необходимости, применение восстановительных и эргогенных средств.

Транскраниальная электростимуляция импульсным током (ТЭС) является неинвазивным, безопасным, а потому актуальным дополнительным средством восстановления в практике спорта.

Цель исследования: изучить влияние транскраниальной электростимуляции на показатели вариабельности ритма сердца лыжников-гонщиков в условиях учебно-тренировочных сборов.

Методы и организация исследования. Участниками исследования стали 20 квалифицированных лыжников-гонщиков (I разряд, КМС) мужского пола, средний возраст – 21,9±2 года. Исследование проводилось в период предсоревновательного мезоцикла специально-подготовительного этапа. Общая продолжительность исследования составила 9 дней: 1-ый день – обследование исходного уровня показателей ВСР, 7 дней – курсовое воздействие ТЭС, 9-ый день – обследование итогового состояния ВСР.

Исследование проводилось в двух группах: контрольная группа (n=10, КГ), экспериментальная группа (n=10, ЭГ). В ЭГ спортсмены ежедневно использовали сеанс ТЭС в конце рабочего дня. Сила тока равнялась 3 мА. Использовался импульсный биполярный ток. Наложение электродов стандартное: два электрода на область лба и по одному электроду на сосцевидные отростки [2]. В КГ в течение 7 дней проводился «ТЭС-плацебо» – применение ТЭС при низкой силе тока, не способной повлиять на функции организма.

Для изучения показателей сердечно-сосудистой системы лыжников-гонщиков использовался метод диагностики вариабельности сердечного ритма (ВСР). ВСР проводилось с помощью АПК «Поли-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново). В качестве функциональной пробы использовали активную ортостатическую пробу. Перед проведением записи ВСР спортсмены находились в состоянии покоя в положении лежа в течение 5 минут. Анализировали показатели кардиоинтервалографии (ЧСС – частота сердечных сокращений; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ИНБ – индекс напряжения Р.М. Баевского) и спектрального анализа (TP – общая мощность спектра; VLF и VLF% – мощность «очень» низкочастотных волн; LF и LF% – мощность низкочастотных волн; HF и HF% – мощность высокочастотных волн; LF/HF – отражает баланс симпатического и парасимпатического звена вегетативной регуляции).

Результаты исследования были статистически обработаны с использованием с использованием пакетов программ STATISTICA 6.0 и Microsoft Office Excel 2010. Достоверность различий для зависимых выборок определялась методом по критерию Вилкоксона, для независимых выборок – методом U-критерия Манна-Уитни. Уровень критической значимости брался $p \leq 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Выявленные результаты исходного тестирования не показали различий, имеющих статистическую значимость, между группами спортсменов. В обеих группах наблюдается преобладание активности симпатического отдела вегетативной регуляции в положении лежа, что отражается в показателях спектрального анализа (в КГ – LF>HF>VLF; в ЭГ – LF>HF≥VLF) [3] (табл. 1). Согласно А.М. Вейну, в состоянии

покоя в норме наблюдается баланс симпатического и парасимпатического отделов с небольшим повышением последнего компонента (HF>LF>VLF) [4]. Увеличение симпатических влияний вегетативной регуляции свидетельствует о напряжении регуляторных систем. Полученное явление может указывать на признаки накопленного утомления, полученного в результате предварительной нагрузки, которая была выполнена в подготовительном периоде.

Таблица 1

Вариабельность сердечного ритма лыжников-гонщиков в положении лежа (M±m)

Показатели	Контрольная группа		Экспериментальная группа	
	до	после	до	после
Кардиоинтервалография				
ЧСС, уд/мин	61,60±1,16	59,89±1,03	61,78±1,01	55,48±0,97*$^{\Delta}$
ИВР, у.е.	132,54±6,23	129,96±2,43	133,43±4,91	110,49±2,64*$^{\Delta}$
ИНБ, у.е.	82,08±7,09	75,40±7,46	79,76±9,28	60,78±7,83*
Спектральный анализ				
TP, м^2	3398,87±137,37	3320,25±121,68	3572,44±395,33	3722,65±316,68
VLF, м^2	1044,25±128,16	1081,45±104,54	1122,07±166,39	574,10±78,18*$^{\Delta}$
LF, м^2	1196,00±108,61	1222,00±79,48	1260,31±141,92	1351,03±127,11
HF, м^2	1158,65±104,71	1016,87±110,67	1190,17±177,53	1797,56±157,96*$^{\Delta}$
LF/HF	1,18±0,24	1,41±0,25	1,18±0,13	0,76±0,04*$^{\Delta}$
%VLF	29,95±2,92	32,71±3,03	31,47±3,12	15,34±1,46*$^{\Delta}$
%LF	35,92±3,89	36,73±1,85	35,98±1,80	36,08±0,98
%HF	34,13±2,76	30,56±3,11	32,55±2,45	48,57±1,75*$^{\Delta}$

Примечание: * – данные статистически значимо различаются ($p \leq 0,05$) между показателями до и после исследования в экспериментальной группе; $^{\Delta}$ – данные статистически значимо различаются ($p \leq 0,05$) между показателями экспериментальной группы и контрольной группы после исследования

Активная ортостатическая проба (АОП) – функциональная проба, которая широко применяется в спорте с целью определения срочных адаптационных изменений сердечно-сосудистой системы на внешнее воздействие [5]. Выполнение АОП спортсменами сопровождалось повышением ЧСС в обеих группах на 16-17 уд/мин, что является нормальной реакцией организма. Результаты спектрального анализа отражают незначительное напряжение регуляторных систем организма, что видно по повышению активности надсегментарных влияний (VLF-компонента): в КГ – LF>VLF>HF; в ЭГ – LF≥VLF>HF (табл. 2).

После 7-дневного курса ТЭС в экспериментальной группе отмечается снижение показателей ЧСС, ИВР и ИНБ как в положении лежа, так и в положении стоя, что значительно меньше выражено в контрольной группе (табл. 1, 2). Выявленные результаты свидетельствуют о повышении экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы, уменьшении признаков напряжения регуляторных систем у лыжников-гонщиков. Уменьшение ИВР отражает повышение парасимпатических влияний вегетативной регуляции. Полученное явление может быть реакцией организма, в ответ на действие гормона β-эндорфина, который активно вырабатывается организмом во время сеанса ТЭС. Ряд авторов отмечают антиаритмический эффект β-эндорфина, что и является причиной изменения функционального состояния ВНС – снижение адренергической активности и повышение тонуса блуждающего нерва [6-7].

В обеих группах наблюдается снижение нейрогуморальной активности (VLF-компонент). Однако у спортсменов, применяющих курс ТЭС, полученный эффект выражен в большей степени. В положении лежа в ЭГ

наблюдается увеличение общей мощности спектра в основном за счет повышения парасимпатических влияний автономной нервной системы, отвечающих за процессы восстановления (табл. 1, 2).

Таблица 2

Показатели вариабельности сердечного ритма лыжников-гонщиков при выполнении активной ортостатической пробы (M±m)

Показатели	КГ		ЭГ	
	До	После	до	После
Кардиоинтервалография				
ЧСС, уд/мин	78,61±2,23	77,12±1,51	77,80±2,17	71,52±1,82*$^{\Delta}$
ИВР, у.е.	179,61±10,46	181,24±11,55	184,56±10,59	136,32±8,32*$^{\Delta}$
ИНБ, у.е.	111,71±6,72	109,35±6,90	114,70±5,73	99,34±3,68*
Спектральный анализ				
TP, м^2	3494,62±108,57	3485,40±102,92	3427,83±186,52	3314,62±97,09
VLF, м^2	1397,35±131,18	1334,97±139,59	1430,93±94,08	821,10±104,56*$^{\Delta}$
LF, м^2	1543,54±100,15	1590,78±77,65	1448,75±125,05	1792,54±76,37*
HF, м^2	553,87±89,05	559,83±105,74	548,21±91,62	701,05±88,76*
LF/HF	3,73±0,78	4,44±1,07	3,25±0,54	2,97±0,41
%VLF	40,04±3,45	38,03±3,42	42,07±2,25	24,95±3,25*$^{\Delta}$
%LF	43,84±1,94	45,85±2,24	42,52±3,06	54,13±1,97*$^{\Delta}$
%HF	16,12±2,57	16,15±2,94	15,41±2,06	20,92±2,36*

Примечание: * – данные статистически значимо различаются ($p \leq 0,05$) между показателями до и после исследования в экспериментальной группе; $^{\Delta}$ – данные статистически значимо различаются ($p \leq 0,05$) между показателями экспериментальной группы и контрольной группы после исследования

Заключение. Тренировочные нагрузки лыжников-гонщиков в условиях учебно-тренировочных сборов на специально-подготовительном этапе характеризуются повышением объема. Большие тренировочные нагрузки могут оказывать негативное влияние на состояние кардиоваскулярной системы спортсменов. Поэтому особенно важно использовать дополнительные средства восстановления. Транскраниальная электростимуляция импульсным током при курсовом применении способствовала повышению экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы. Полученные изменения основаны на показателях современного метода диагностики – вариабельности сердечного ритма. После курсового применения ТЭС у лыжников-гонщиков отмечается снижение активности высших отделов вегетативной нервной системы и повышение активности парасимпатического отдела, что свидетельствует об уменьшении признаков напряжения регуляторных систем организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игошева Н.Б. Роль физиологических и средовых факторов в обеспечении половых различий в кардиоваскулярной чувствительности к стрессам человека и животных / Н.Б. Игошева // Автореферат диссертации … д-ра биол. наук: 03.00.13. – АГУ, Астрахань. – 2009. – 42 с.

2. Лебедев В.П. Способ транскраниальной электростимуляции эндорфинных механизмов мозга и устройство для его осуществления / В.П. Лебедев, А.В. Малыгин // Патент № 2159639 C1 Российская Федерация, МПК A61N 1/36, A61N 1/34. № 2000100012/14: заявл. 05.01.2000: опубл. 27.11.2000

3. Буй М.З. Возможности методики вариабельности сердечного ритма / М.З. Буй, Е.О. Тарату-хин // Российский кардиологический журнал. – 2011. – № 6(92). – С. 69-75.

4. Вейн А.М. Вегетативные расстройства: Клиника, лечение, диагностика / А.М. Вейн // М.: Медицинское информационное агентство. – 2000. – 752 с.
5. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические механизмы обеспечения спортивной деятельности зимних циклических видов спорта / Е.Р. Бойко // Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография». – 2019. – 256 с.
6. Caffrey J.L. Intrinsic cardiac enkephalins inhibit vagal bradycardia in the dog / J.L. Caffrey, Z. Mateo, L.D. Napier // American Journal of Physiology. – 2015. – Vol. 268. – P. 848-855.
7. Zangeneh F.Z. Opioid System (β-endorphin) and Stress Hormones Profiling in Women with Polycystic Ovary Syndrome / F.Z. Zangeneh, M.M. Naghizadeh, A. Abdollahi, N. Abedinia // Annual Research & Review in Biology. – 2015. – Vol. 5. – Issue 5. – P. 409-418.

REFERENCES

1. Igosheva N.B. The role of physiological and environmental factors in ensuring sex differences in cardiovascular sensitivity to human and animal stress / N.B. Igosheva // Dissertation abstract for a degree of the Doctor of Biological Sciences. Specialty: 03.00.13. – Astrakhan' State University, Astrakhan'. – 2009. – 42 p.
2. Lebedev V.P. Method of transcranial electrical stimulation of endorphin mechanisms of the brain and a device for its implementation: / V.P. Lebedev, A.V. Malygin // Patent № 2159639 C1 Russian Federation, IPC A61N 1/36, A61N 1/34. № 2000100012/14: request from 05.01.2000: publ. 27.11.2000.
3. Buj M.Z. Possibilities of the heart rate variability technique / M.Z. Buj, E.O. Taratuhin // Russian Journal of Cardiology. – 2011. – Vol. 6(92). – P. 69-75.
4. Vejn A.M. Vegetative Disorders: clinic, treatment, diagnostics / A.M. Vejn // Moscow: Medical Information Agency. – 2000. – 752 p.
5. Bojko, E.R. Physiological and biochemical mechanisms of supporting sports activity of winter cyclic sports / E.R. Bojko // Syktyvkar: LLC "Komi Republic Typography" – 2019. – 256 p.
6. Caffrey, J.L. Intrinsic Cardiac Enkephalins Inhibit Vagal Bradycardia in the Dog / J.L. Caffrey, Z. Mateo, L.D. Napier // American Journal of Physiology. – 2015. – Vol. 268. – P. 848-855.
7. Zangeneh, F.Z. Opioid System (β-endorphin) and Stress Hormones Profiling in Women with Polycystic Ovary Syndrome / F.Z. Zangeneh, M.M. Naghizadeh, A. Abdollahi, N. Abedinia // Annual Research & Review in Biology. – 2015. – Vol. 5. – Issue 5. – P. 409-418.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Екатерина Андреевна Руль – аспирант Сибирского государственного университета физической культуры и спорта, Омск, e-mail: ekaterinashigina96@mail.ru.
Ольга Николаевна Кудря – доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск, e-mail: olga27ku@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Ekaterina Andreevna Rul'– Post-Graduate Student of Siberian State University of Physical Education and Sports, Omsk, e-mail: ekaterinashigina96@mail.ru.
Ol'ga Nikolaevna Kudrya – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Anatomy, Physiology, Sports Medicine and Hygiene, Siberian State University of Physical Education and Sports, Omsk, e-mail: olga27ku@mail.ru.

Для цитирования: Руль Е.А. Статокинетические упражнения в повышении физического статуса обучающихся специальной медицинской группы / Е.А. Руль, О.Н. Кудря // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_25

For citation: E.A. Rul' Indicators of heart rate variability of ski racers in the conditions of training camps using transcranial electrical stimulation / E.A. Rul', O.N. Kudrya // Modern Issues of Biomedicine. – 2022. – Vol. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_25