

## ВЛИЯНИЕ ОДНОКРАТНОГО СЕАНСА ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЛЫЖНИКОВ-ГОНЩИКОВ

*О.Н. Кудря, Е.А. Шигина*

*Сибирский государственный университет физической культуры и спорта,  
г. Омск, Россия*

**Цель:** оценить эффективность однократного воздействия транскраниальной электростимуляции (ТЭС) импульсным током на процессы восстановления лыжников-гонщиков. **Материалы и методы исследования.** В исследовании участвовали 18 лыжников в возрасте  $20 \pm 2$  года (I разряд, КМС). В качестве специальной нагрузки применялось передвижение на лыжах (3 км). Для достижения цели был использован метод транскраниальной электростимуляции импульсным током после нагрузки. **Результаты исследования.** При использовании однократного сеанса ТЭС после специальной нагрузки происходит статистически значимое снижение к 20-й мин срочного восстановления частоты сердечных сокращений (ЧСС), минутного объема крови (МОК), индекса Робинсона (ДП), индекса хронотропного резерва (ИХР), уменьшается время восстановления показателей вегетативного гомеостаза. **Заключение.** ТЭС ускоряет восстановление сердечно-сосудистой системы лыжников-гонщиков за счет снижения адренергических влияний со стороны вегетативной нервной системы. Эффективность использования ТЭС связана с индивидуально-типологическими особенностями вегетативной регуляции у спортсменов.

**Ключевые слова:** транскраниальная электростимуляция, восстановление, лыжники-гонщики, вегетативная регуляция.

**Введение.** В лыжных гонках этапная организация соревнований предусматривает проведение стартов ежедневно в течение 5–7 дней. Плотный график соревнований не позволяет спортсменам восстанавливаться за счет собственных физиологических механизмов, поэтому появляется необходимость использования дополнительных внутренировочных средств для ускорения процессов восстановления [7].

На предсоревновательном этапе подготовки лыжники планируют ударные микроциклы, которые предполагают 2–3-разовые тренировки в день, что ведет к снижению функциональных резервов организма и появлению признаков переутомления. В связи с этим поиск новых средств внутренировочного воздействия для ускорения процессов восстановления является актуальной проблемой.

**Цель исследования** – оценить эффективность однократного воздействия транскраниальной электростимуляции импульсным током на процессы восстановления лыжников-гонщиков.

**Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие 18 лыжников-гонщиков мужского пола в возрасте  $20 \pm 2$  года. Спортивная квалификация –

I разряд, КМС. Организация исследования предусматривала линейный эксперимент (двукратное проведение обследования с перерывом 3–5 дней).

Для оценки вегетативной регуляции проводился анализ variability ритма сердца (ВРС) на АПК «БиоМышь Индивидуальная» (ООО «НейроЛаб», г. Москва).

Для оценки гемодинамических параметров регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС) монитором сердечного ритма «Garmin Forerunner 610». Измерение ЧСС и АД (артериальное давление) проводилось до нагрузки, во время нагрузки, на 10-й и 20-й мин срочного восстановления. Рассчитывались гемодинамические показатели: систолический объем (СО), минутный объем крови (МОК), двойное произведение (ДП), пульсовое давление (ПД), индекс хронотропного резерва (ИХР), индекс инотропного резерва (ИИН).

В качестве специальной нагрузки использовалось передвижение на лыжах продолжительностью 3 км с использованием классического одновременного бесшажного хода. Данная нагрузка была выбрана для стандартизации условий тестирования.

В качестве контрольного тестирования

проводилась идентичная первому исследованию специальная нагрузка. Средний темп передвижения при первом и втором тестировании составил 3,51 и 3,49 мин/км соответственно.

Сеанс ТЭС проводился с помощью полипрограммного аппарата «ТРАНСАИР-5» (ООО «Центр ТЭС», г. Санкт-Петербург) в покое, в положении сидя в течение 20 мин, расположение электродов лобно-мастоидальное, величина тока до 3 мА. Сеанс ТЭС проводили спортсменам после контрольного тестирования.

**Результаты обследования и их обсуждение.** Транскраниальная электростимуляция (ТЭС) – воздействие на структуры ствола головного мозга импульсными токами малой амплитуды (до 3 мА). Данное воздействие приводит к активации альфа-ритмов мозга, нормализации других биоритмов мозга, увеличению концентрации серотонина, ацетилхолина и β-эндорфинов [1, 2, 11, 14].

Результаты исследования показали, что к 20-й мин срочного восстановления независимо от использования метода ТЭС полностью восстанавливаются АД, ПД, СО, ИИР (табл. 1). При использовании сеанса ТЭС к 20-й мин срочного восстановления отмечено снижение ЧСС, МОК, ДП, ИХР (см. табл. 1).

Следует отметить, что при проведении сеанса ТЭС значимое снижение ЧСС было отмечено уже на 10-й мин срочного восстановления. При воздействии ТЭС снижение

индекса Робинсона, отражающего коронарный кровоток, свидетельствует об ускорении восстановительных процессов в миокарде к 20-й мин срочного восстановления (см. табл. 1).

Таким образом, согласно полученным результатам, однократное воздействие ТЭС после специальной нагрузки влияет на хронотропную функцию миокарда и не изменяет инотропную функцию.

Известно, что под влиянием ТЭС в организме увеличивается концентрация β-эндорфинов, которые относятся к группе опиоидных пептидов [12]. Согласно результатам исследования R.P. Xiao соавт. (1997), опиоидные пептиды могут ограничивать выброс норадреналина из симпатических терминалей в миокарде и ослаблять адренергическое влияние на сердце [5, 13]. Можно предположить, что применение ТЭС является причиной снижения тонуса симпатической нервной системы и, как следствие, снижения индекса хронотропного резерва, что способствует ускорению процессов восстановления.

По мнению ряда исследователей, опиоидные пептиды влияют на функцию сердца, модулируя состояние вегетативной нервной системы [10].

Для оценки состояния вегетативной нервной системы широко используют методы анализа вариабельности ритма сердца (ВРС) [6].

На сегодняшний день доказано, что высо-

Таблица 1  
Table 1

Гемодинамические показатели лыжников-гонщиков в покое и на 20-й мин срочного восстановления ( $M \pm m$ )  
Hemodynamic indicators in ski-racers at rest and by the 20th minute of urgent recovery ( $M \pm m$ )

Показатели Parameters	Покой At rest	Имитация сеанса ТЭС Simulated transcranial stimulation	Воздействие сеанса ТЭС Under the effect of transcranial stimulation
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	65 ± 3	80,4 ± 12,1	75,4 ± 10,4*
ДП, у. е. / RI, с. у.	79,6 ± 14,5	106,4 ± 17,7*	97,1 ± 11,4*
СО, мл / SV, ml	61,4 ± 6,6	58,9 ± 4,9	61,2 ± 5,5
МОК, л/мин / MBV, l/min	3,99 ± 0,6	5,3 ± 0,9	5,1 ± 0,7
САД, мм рт. ст. / SBP, mmHg	121,7 ± 9,1	119,6 ± 7,5	117,5 ± 5,8
ДАД, мм рт. ст. / DBP, mmHg	74,6 ± 6,9	75,8 ± 4,7	72,1 ± 7,2
ПД, мм рт. ст. / PP, mmHg	47,1 ± 6,9	43,8 ± 6,4	45,4 ± 5,8
ИХР, усл. ед. / CI, с. у.	–	1,24 ± 0,14*	1,16 ± 0,15*
ИИР, усл. ед. / IRI, с. у.	–	0,98 ± 0,05	0,98 ± 0,05

*Примечание.* Здесь и в табл. 2, 3 \* – изменения статистически значимы при  $p < 0,05$  между показателями тестирования с имитацией ТЭС и с воздействием ТЭС.

*Note.* Here and in Table 2, 3 \* – changes are statistically significant at  $p < 0.05$  between tests with a simulated transcranial stimulation and under the effect of transcranial stimulation.

кочастотные колебания (HF-волны) сопряжены с дыханием и отражают преимущественно влияние парасимпатической системы на сердечную мышцу. Низкочастотные колебания (LF-волны) связаны с активностью постганглионарных симпатических волокон и отражают модуляцию сердечного ритма симпатической нервной системы, очень низкочастотные колебания (VLF-волны) отражают активность надсегментарных структур в регуляции ритма сердца [8].

В условиях относительного покоя структура спектра испытуемых имела следующий вид:  $HF \geq LF > VLF$ , что, по мнению Н.И. Шлык, является вариантом нормы [9].

После выполнения физической нагрузки без использования ТЭС (имитация ТЭС) к 20-й мин срочного восстановления компонент LF значительно увеличился, компонент HF и VLF уменьшился, что является нормальной ответной реакцией организма на физическую нагрузку. Однако структура спектра имела вид  $LF > HF > VLF$  и не соответствовала исходному типу спектра (табл. 2).

После воздействия сеанса ТЭС к 20-й мин срочного восстановления структура спектра соответствовала исходному типу ( $HF \geq LF > VLF$ ). Под влиянием ТЭС изменилась активность отделов вегетативной нервной системы: симпатического отдела (LF) уменьшилась на 6,6 %; парасимпатического отдела (HF) увеличилась на 7,2 %. Активность надсегментарного уровня регуляции (VLF-волны) при повторном тестировании не изменилась.

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что под воздействием ТЭС время восстановления функционального состояния вегетативной нервной системы уменьшается. Кроме того, было отмечено, что транскраниальная электростимуляция оказывает влияние

только на активность сегментарных отделов ВНС (симпатического и парасимпатического) и не влияет на активность мозговых структур, контролирующей сердечный ритм.

Результаты исследования показали неоднородность испытуемых по показателям, отражающим состояние системы регуляции, что связано с наличием лиц с разным типом вегетативной регуляции, который определяет тип реагирования на внешнее воздействие [3, 4].

Мы предположили, что для спортсменов с разным типом вегетативной регуляции эффективность ТЭС будет различной. Среди спортсменов были выделены 3 группы в зависимости от исходного типа вегетативной регуляции: 1-я группа – ваготония,  $ИН < 30$ , 2-я группа – нормотония,  $ИН = 30-90$ , 3-я группа – симпатикотония,  $ИН > 90$ .

В ходе исследования было выявлено, что воздействие ТЭС способствует снижению ЧСС к 20-й мин срочного восстановления и восстановлению коронарного кровотока (ДП) во всех типологических группах (табл. 3).

Однако анализ показателей variability ритма сердца позволил выявить различные механизмы влияния ТЭС на сердечно-сосудистую систему спортсменов с разным типом вегетативной регуляции. В частности, у ваготоников и нормотоников восстановление ЧСС и ДП идет за счет усиления активности парасимпатического отдела ВНС и снижения централизации в управлении сердечным ритмом. У симпатотоников, напротив, активность парасимпатического отдела возрастает незначительно, но возрастает влияние центрального контура в регуляции ритма сердца (показатель ИН возрастает до  $310,6 \pm 62,9$  усл. ед.) за счет повышения активности VLF-компоненты, т. е. за счет активации надсегментарного уровня регуляции (см. табл. 3).

Таблица 2  
Table 2

Показатели спектрального анализа variability ритма сердца лыжников-гонщиков в покое и в период срочного восстановления ( $M \pm m$ )  
Indicators of spectral analysis of heart rate variability in ski-racers at rest and during urgent recovery ( $M \pm m$ )

Показатели Parameters	Покой At rest	Имитация сеанса ТЭС Simulated transcranial stimulation	Воздействие сеанса ТЭС Under the effect of transcranial stimulation
ИН, у. е. / SI, с. у.	$62,9 \pm 40,6$	$126,8 \pm 86,1$	$105,9 \pm 47,8$
HF, %	$41,4 \pm 7,3$	$38,1 \pm 8,8^*$	$45,3 \pm 9,7^*$
LF, %	$40,9 \pm 9,4$	$48,6 \pm 9,1^*$	$42 \pm 8,7^*$
VLF, %	$16,7 \pm 5,6$	$13 \pm 4,8$	$13,1 \pm 5,3$
Структура спектра / Structure of the spectrum	$HF \geq LF > VLF$	$LF > HF > VLF$	$HF > LF > VLF$

Таблица 3  
Table 3

Показатели сердечно-сосудистой системы и вариабельности сердечного ритма  
у лыжников-гонщиков с разным типом вегетативной регуляции (M ± m)  
Indicators of the cardiovascular system and heart rate variability in ski-racers  
with different types of vegetative regulation (M ± m)

Показатели Parameters	Покой At rest	Имитация сеанса ТЭС Simulated transcranial stimulation	Воздействие сеанса ТЭС Under the effect of transcranial stimulation
1-я группа (ваготония) 1 <sup>st</sup> group (vagotonia)			
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	63,9 ± 2,4	80,5 ± 5,4	73,2 ± 4,8*
ИН, усл. ед. / SI, с. у.	18,7 ± 12,3	206,8 ± 9,7	141,5 ± 8,7*
HF, %	37,4 ± 5,6	31,7 ± 6,8	34,7 ± 6,1
LF, %	54,2 ± 9,2	61,3 ± 7,2	57,2 ± 7,5
VLF, %	8,3 ± 3,5	7,9 ± 4,9	8,1 ± 3,1
ДП, усл. ед. / RI, с. у.	69,4 ± 9,7	104,4 ± 8,4	98 ± 10,6*
2-я группа (нормотония) 2 <sup>nd</sup> group (normotonia)			
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	62,2 ± 6,2	77,7 ± 13,3	72,3 ± 10,6
ИН, усл. ед. / SI, с. у.	44,7 ± 7,4	97,2 ± 51,4	90,9 ± 43,4
HF, %	39,7 ± 7,2	38,8 ± 9,1*	46,2 ± 10*
LF, %	41,8 ± 8,9	46,9 ± 9,3*	41,8 ± 8,1*
VLF, %	17 ± 4,8	13,8 ± 4,4	13 ± 5
ДП, усл. ед. / RI, с. у.	74,9 ± 11,4	101,6 ± 18,7*	94,1 ± 12,8*
3-я группа (симпатикотония) 3 <sup>rd</sup> group (sympathicotonia)			
ЧСС, уд./мин / HR, bpm	73,4 ± 6,9	84,5 ± 3,6	80,7 ± 5,6
ИН, усл. ед. / SI, с. у.	126,5 ± 22	178,9 ± 39,3	310,6 ± 62,9*
HF, %	47,3 ± 3,3	38,1 ± 8,5	42,2 ± 8,1
LF, %	34,2 ±	49 ± 4,3	37,5 ± 3,2
VLF, %	18,5 ± 6,4	12,9 ± 5,1	14,7 ± 4,9
ДП, усл. ед. / RI, с. у.	95,6 ± 13,6	120,1 ± 10,6	104,6 ± 4,1*

**Заключение.** В ходе исследования было выявлено, что однократное использование ТЭС после специализированной нагрузки ускоряет процесс восстановления лыжников-гонщиков. Основное воздействие ТЭС на организм связано с повышением концентрации β-эндорфинов, которые снижают адренергические влияния на сердце и способствуют ускорению процесса восстановления сердечно-сосудистой системы и регуляторных механизмов.

Эффективность воздействия ТЭС зависит от индивидуально-типологических особенностей спортсменов. В частности, ТЭС ускоряет процесс восстановления за счет снижения напряжения регуляторных структур у спортсменов с активностью парасимпатического отдела ВНС в регуляции ритма сердца (ваготония) и у спортсменов, у которых в состоянии покоя отмечено вегетативное равновесие (нормотония). У спортсменов с повышенной активностью симпатического отдела в регуляции ритма сердца (симпатикотония) воздействие

ТЭС приводит к значительному напряжению регуляторных механизмов за счет подключения надсегментарных структур.

#### Литература

1. Занин, С.А. ТЭС-терапия. Современное состояние проблемы / С.А. Занин, А.Х. Каде, Д.В. Кадомцев и др. // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 1. – С. 58–68.
2. Корягина, Ю.В. Транскраниальная электростимуляция как средство оптимизации психофизиологических функций у единоборцев и спортсменов силовых видов спорта / Ю.В. Корягина, Л.Г. Роголева, Т.П. Замчий // *Теория и практика физической культуры*. – 2015. – № 3. – С. 11–13.
3. Кудря, О.Н. Вегетативное обеспечение мышечной деятельности у спортсменов: моногр. / О.Н. Кудря. – Омск: СибГУФК, 2011. – 200 с.
4. Марков, К.К. Особенности вегетативной реактивности у спортсменов с разной

направленностью тренировочного процесса / К.К. Марков, О.А. Иванова, В.Л. Сивохов, Е.Л. Сивохова // *Фундамент. исследования.* – 2015. – № 2 (ч. 19). – С. 4304–4308.

5. Маслов, Л.Н. Активация опиатных рецепторов изменяет устойчивость сердца к ишемическим и реперфузионным повреждениям / Л.Н. Маслов, Ю.Б. Лишманов, Г.Дж. Гросс, Дж.Э.Дж. Шульц, Дж. Стефано // *Вестник Аритмологии.* – 2002. – № 28. – С. 67–78.

6. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В.М. Михайлов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

7. Тер-Акопов, Г.Н. Новые технологии восстановления спортсменов на учебно-тренировочной базе в условиях среднегорья / Г.Н. Тер-Акопов // *Современные вопросы биомедицины.* – 2017. – № 1 (1). – С. 4–16.

8. Хаспекова, Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н.Б. Хаспекова // *Вестник аритмологии.* – 2003. – № 32. – С. 15–23.

9. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсме-

нов: моногр. / Н.И. Шлык. – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2009. – 259 с.

10. Caffrey, J.L. Intrinsic cardiac enkephalins inhibit vagal bradycardia in the dog / J.L. Caffrey, Z. Mateo, L.D. Napier et al. // *The American journal of physiology.* – 1995. – Vol. 268. – P. 848–855.

11. Fertonani, A. Transcranial Electrical Stimulation: What We Know and Do Not Know About Mechanisms / A. Fertonani, C. Miniussi // *The Neuroscientist.* – 2016. – Vol. 23. – P. 109–123.

12. Knotkova, H. Transcranial Direct Current Stimulation Modulation of Neurophysiological Functional Outcomes: Neurophysiological Principles and Rationale / H. Knotkova, M.A. Nitsche, R. Polania // *Practical Guide to Transcranial Direct Current Stimulation*, 2019. – P. 133–165.

13. Xiao, R.P. Opioid peptide receptor stimulation reverses adrenergic effects in rat heart cells / R.P. Xiao, S. Pepe, H.A. Spurgeon et al. // *Am. J. Physiol.* – 1997. – Vol. 272. – P. 797–805.

14. Yavaria, F. Basic and functional effects of transcranial Electrical Stimulation (tES) / F. Yavaria, A. Jamila, M.M. Samania, L.P. Vidora, M.A. Nitscheab // *Neuroscience & Biobehavioral.* – 2018. – Vol. 85. – P. 81–92.

**Кудря Ольга Николаевна**, доктор биологических наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. 644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144. E-mail: olga27ku@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8681-5870.

**Шигина Екатерина Андреевна**, магистрант кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены, Сибирский государственный университет физической культуры и спорта. 644009, г. Омск, ул. Масленникова, 144. E-mail: ekaterinashigina96@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1109-0243.

*Поступила в редакцию 10 января 2019 г.*

DOI: 10.14529/hsm190117

## EFFECT OF A SINGLE TRANSCRANIAL STIMULATION ON THE RECOVERY OF SKI-RACERS

**O.N. Kudrya**, olga27ku@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8681-5870,

**E.A. Shigina**, ekaterinashigina96@mail.ru, ORCID: 0000-0003-1109-0243

*Siberian State University of Physical Education and Sport, Omsk, Russian Federation*

**Aim.** The article deals with assessing the effect of a single transcranial stimulation with impulse current on the recovery of ski-racers. **Materials and methods.** 18 skiers aged 20 ± 2 (skiers of the first rank or that of Candidate of Master of Sport) participated in the study. Skiing for 3

was used as a special load. To achieve the purpose of the study, we used the method of transcranial stimulation with impulse current after load. **Results.** During a single transcranial stimulation after a special load by the 20<sup>th</sup> minute, there is a statistically significant reduction of the urgent recovery of heart rate (HR), minute blood volume (MBV), the Robinson index (RI), the chronotropic index (CI). The time for the recovery of vegetative homeostasis also reduces. **Conclusion.** A single transcranial stimulation accelerates the recovery of the cardiovascular system in ski-racers by reducing the adrenergic effects of the autonomic nervous system. The efficiency of using transcranial stimulation is associated with individual-typological features of the vegetative regulation in athletes.

**Keywords:** transcranial stimulation, recovery, ski-racers, vegetative regulation.

### References

1. Zanin S.A., Kade A.H., Kadomtsev D.V. et al. [tES- Therapy. Current State of a Problem]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern Problems of Science and Education], 2017, no. 1, pp. 58–68. (in Russ.)
2. Koryagina J.V., Roguleva L.G., Zamchy T.P. [Transcranial Electrical Stimulation as Means of Optimization of Psychophysiological Functions at Martial Artists and Athletes of Strength Sports]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Culture], 2015, no. 3, pp. 11–13. (in Russ.)
3. Kudrya O.N. *Vegetativnoye obespecheniye myshechnoy deyatel'nosti u sportsmenov: monografiya* [Vegetative Ensuring Muscular Activity at the Athlete]. Omsk, 2011. 200 p.
4. Markov K.K., Ivanova O.A., Sivokhov V.L., Sivokhova E.L. [Features of Vegetative Reactivity at Athletes with Different Orientation of Training Process]. *Fundamental'nyye issledovaniya* [Basic Researches], 2015, no. 2 (19), pp. 4304–4308. (in Russ.)
5. Maslov L.N., Lishmanov Yu.B., Gross G. J., Shultts J.E.J., Stephano J. [Activation of Opiate Receptors Changes Resistance of Heart to Ischemic and Reperfusion Damages]. *Vestnik Aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], 2002, no. 28, pp. 67–78. (in Russ.)
6. Mikhaylov V.M. *Variabel'nost' ritma serdtsa: opyt prakticheskogo primeneniya metoda* [Variability of a Rhythm of Heart: Experience of Practical Application of a Method]. 2nd ed. Ivanovo, Ivan. State Medical Academy Publ., 2002. 290 p.
7. Ter-Akopov G.N. [New Technologies for Recovery of Athletes at the Training Base in the Middle Mountains]. *Sovremennyye voprosy biomeditsiny* [Current Issues of Biomedicine], 2017, no. 1 (1), pp. 4–16.
8. Haspekova N.B. [Diagnostic Informational Content of Monitoring of Variability of a Rhythm of Heart]. *Vestnik Aritmologii* [Bulletin of Arrhythmology], 2003, no. 32, pp. 15–23. (in Russ.)
9. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov: monografiya* [The Heart Rate and Regulation Type of Children, Teenagers and Sportsmen]. Izhevsk, Udmurt University Publ., 2009. 259 p.
10. Caffrey J.L., Mateo Z., Napier L.D. Intrinsic Cardiac Enkephalins Inhibit Vagal Bradycardia in the Dog. *The American journal of physiology*, 1995, vol. 268, pp. 848–855.
11. Fertoni A., Miniussi C. Transcranial Electrical Stimulation: What We Know and Do Not Know About Mechanisms. *The Neuroscientist*, 2016, vol. 23, pp. 109–123.
12. Knotkova H., Nitsche A., Polania R. Transcranial Direct Current Stimulation Modulation of Neurophysiological Functional Outcomes: Neurophysiological Principles and Rationale. *Practical Guide to Transcranial Direct Current Stimulation*, 2019, pp. 133–165.
13. Xiao R.P., Pepe S., Spurgeon H.A. Opioid Peptide Receptor Stimulation Reverses – Adrenergic Effects in Rat Heart Cells. *The American journal of physiology*, 1997, vol. 272, pp. 797–805.
14. Yavaria F., Jamila A., Samania M.M., Vidora L.P., Nitscheab M.A. Basic and Functional Effects of Transcranial Electrical Stimulation (tES). *Neuroscience & Biobehavioral*, 2018, vol. 85, pp. 81–92. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2017.06.015

Received 10 January 2019

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кудря, О.Н. Влияние однократного сеанса транскраниальной электростимуляции на процесс восстановления лыжников-гонщиков / О.Н. Кудря, Е.А. Шигина // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 124–129. DOI: 10.14529/hsm190117

### FOR CITATION

Kudrya O.N., Shigina E.A. Effect of a Single Transcranial Stimulation on the Recovery of Ski-Racers. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 124–129. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190117