

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ У ЕДИНОБОРЦЕВ И СПОРТСМЕНОВ СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА

УДК/UDC 796.01:612

Поступила в редакцию 16.12.2014 г.



Информация для связи с автором:
aikin-va@yandex.ru

Доктор биологических наук, профессор **Ю.В. Корягина**¹

Аспирантка **Л.Г. Рогулева**¹

Кандидат биологических наук **Т.П. Замчий**¹

¹Сибирский государственный университет физической культуры и спорта, Омск

TRANSCRANIAL ELECTROSTIMULATION TO OPTIMIZE PSYCHOPHYSIOLOGICAL FUNCTIONS IN SINGLE COMBAT WRESTLERS AND WEIGHTLIFTERS

Professor, Dr.Biol. **Yu.V. Koryagina**¹

Postgraduate **L.G. Roguleva**¹

Ph.D. **T.P. Zamchiy**¹

¹Siberian state university of physical culture and sport, Omsk

Аннотация

Транскраниальная электростимуляция (ТЭС) избирательно активирует структуры мозга, продуцирующие β-эндорфин, серотонин и другие нейротрансмиттеры, с помощью импульсного электрического воздействия, подаваемого через головные накожные электроды. Цель представленной работы – выявление влияния ТЭС на психофункциональное состояние спортсменов, занимающихся единоборствами и силовыми видами спорта.

Исследование показало, что до курса ТЭС наиболее значимыми факторами гемодинамики дистальных отделов нижних конечностей являлись тонус и эластичность артерий голени и интенсивность артериального кровотока. 2-й фактор – это кровоток левой конечности (ДОД 20%). 3-й фактор – время распространения пульсовой волны (ДОД 8%). После курса ТЭС, на первый план вышли показатели, характеризующие сосуды микроциркуляторного русла (ДОД 30%). 2-й фактор – интенсивность артериального кровотока обеих стоп (ДОД 12%). 3 – фактор не изменился. Следовательно, характер изменений свидетельствует о преимущественном влиянии курса ТЭС на сосуды микроциркуляторного русла дистальных отделов нижних конечностей.

Анализ структуры показателей церебральной гемодинамики до курса ТЭС показал, что наиболее значимым фактором является тонус артерий (ДОД 23%). Следующий по значимости – фактор объемного кровенаполнения и скорости объемного кровотока (ОД 20%). 3-й фактор – венозного оттока (ДОД 12%). После курса ТЭС наиболее значимым фактором стали объемное кровенаполнение и скорость объемного кровотока (ДОД 17%). 2-м фактором – тонус артерий среднего и мелкого калибра (ДОД 15%), 3-м – тонус магистральных артерий (ДОД 14%). Характер изменений показателей церебральной гемодинамики свидетельствует о влиянии курса ТЭС преимущественно на средние и мелкие сосуды мозга, что приводит к улучшению артериального кровоснабжения и облегчению венозного оттока.

Исследования показали, что эффект одного сеанса ТЭС заключался в повышении экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы и ускорении процессов срочного восстановления после соревновательной нагрузки. Кумулятивный эффект курса ТЭС проявился в оптимизации деятельности центральной нервной системы при решении задач, требующих повышенной концентрации внимания и зрительно-моторной координации.

Ключевые слова: система нейрогуморальной регуляции, психофункциональное состояние, физиовоздействие.

Annotation

The urgent goal of sports science and practice is searching for new, effective, means and methods to optimize the functional state of the body and rehabilitation of athletes. The system of neurohumoral regulation is the basic system, that limits physical working capacity under strenuous muscular activity, and therefore the methods that directly affect it are of special interest. Transcranial stimulation belongs to such methods.

Transcranial electrical stimulation selectively activates the brain structures that produce endorphin, serotonin and other neurotransmitters, using a pulsed electrical stimulation applied through the head skin electrodes.

The purpose of the present work was to identify the impact of transcranial electrical stimulation on the psychofunctional state of athletes involved in martial arts and weightlifting. The study showed that prior to the course of transcranial electrical stimulation tone and elasticity of the leg arteries and the intensity of arterial blood flow were the most significant factors of hemodynamics of distal parts of the lower extremities. The 2nd and 3rd factors were left limb blood flow and pulse wave propagation time (20% and 8% of total variance respectively). After the course of transcranial electrical stimulation, the microvasculature vessel characteristics came to the fore, followed by the second factor of intensity of arterial blood flow of both feet. Then the factor remained unchanged. Therefore, the nature of the changes indicates the primary influence of the course of transcranial electrical stimulation on the microvasculature vessels of distal parts of the lower limbs. As seen from analysis of the structure of cerebral hemodynamics indicators after the course of transcranial electrical stimulation, volume blood filling and blood flow speed were the most significant factors. The second factor was tone of medium and small caliber arteries, followed by tone of great arteries. The nature of changes in cerebral hemodynamics indicates the influence of the course of transcranial electrical stimulation primarily on the medium and small cerebral vessels, which leads to an improvement in arterial blood supply and venous drainage. As proved by the studies, the effect of a single session of transcranial electrical stimulation was in the improved efficiency of the cardiovascular system and acceleration of urgent recovery processes after competitive stress. The cumulative effect of the course of transcranial electrical stimulation was displayed in the optimization of the central nervous function in solving problems that require boosting attention span and hand-eye coordination.

Keywords: neurohumoral regulation system, psychofunctional state, physioeffect.

Введение. Актуальная задача для спортивной науки и практики – поиск новых, эффективных, средств и методов

оптимизации функционального состояния организма и восстановления работоспособности спортсменов. Основной

системой, лимитирующей работоспособность в условиях напряженной мышечной деятельности, является система нейрогуморальной регуляции, в связи с чем наибольший интерес вызывают методы, оказывающие на нее непосредственное влияние. К таким методам, в частности, относятся транскраниальные воздействия. Наиболее апробированный и широко используемый во всем мире в настоящее время – метод транскраниальной электростимуляции импульсным током (ТЭС) [2, 1, 4]. ТЭС избирательно активирует структуры мозга, продуцирующие β-эндорфин, серотонин и некоторые другие нейротрансмиттеры с помощью импульсного электрического воздействия, подаваемого через головные кожные электроды. Уже доказана безопасность и эффективность использования ТЭС [5]. Данный метод активно применяется в различных областях медицины, однако в спорте в этом аспекте делаются еще только первые шаги и требуется тщательное научное обоснование.

Цель исследования – выявление влияния ТЭС на психофункциональное состояние спортсменов, занимающихся единоборствами и силовыми видами спорта.

Методика и организация исследования. В исследовании срочных эффектов ТЭС приняли участие 34 спортсмена – представители силовых видов спорта в возрасте от 18 до 24 лет высокой спортивной квалификации. Все они дали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Для исключения противопоказаний к применению ТЭС (скрытой эпилептической активности мозга), предварительно записывалась электроэнцефалограмма (ЭЭГ) с помощью прибора «Нейрон-спектр 3» (Нейрософт). Влияние ТЭС на функциональное состояние организма спортсменов и процессы восстановления оценивались по данным variability сердечного ритма (ВСР) и психофизиологическим показателям (время простой и сложной

сенсомоторной реакции, времени реакции выбора). Для исследования влияния ТЭС в условиях соревновательной деятельности спортсмены были обследованы за неделю до соревнований (фон), до соревнований после взвешивания, сразу после соревнований и после ТЭС – экспериментальная группа (ЭГ), а контрольная группа (КГ) – через 20 мин после соревнований. В исследовании курсовых эффектов ТЭС приняли участие 23 спортсмена – представители силовых видов спорта и единоборств, в возрасте от 18 до 25 лет, высокой спортивной квалификации. Регионарный кровоток исследовали с помощью реографического комплекса «Рео-спектр» (Нейрософт). Психофизиологическое тестирование с помощью АПК «Спортивный психофизиолог» [3]. Курс ТЭС состоял из 10 ежедневных процедур. Сеанс ТЭС (продолжительность 20 мин, импульсный биполярный ток, максимальная величина 3 мА) проводился с помощью аппарата ТРАНСАИР-5.

Результаты исследования и их обсуждение. Влияние одного сеанса ТЭС на психофизиологическое состояние организма спортсменов в покое. Исследование влияния одного сеанса ТЭС в условиях тренировочной деятельности показало, что после сеанса ТЭС в ЭГ наблюдалось снижение ЧСС с 70,8 до 65,6 уд/мин и ИН с 145,8 до 45,6 усл. ед, что свидетельствует о повышении экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы. При исследовании психофизиологических показателей достоверных различий между группами не выявлено, что свидетельствует об отсутствии выраженного влияния на них сеанса ТЭС в состоянии покоя.

Влияние одного сеанса ТЭС на процессы срочного восстановления после соревнований. Исследование показало, что после соревнований у спортсменов отмечается выраженное напряжение регуляторных механизмов и системы органов кровообращения: ЧСС (ЭГ – 111,4±3,6 уд/мин,

Динамика биоэлектрической активности нейронов головного мозга

Отведения	Амплитуда ритма	До ТЭС	После ТЭС	P<
Лобные	Ам (Бн)	25,3±4,4	18,3±4,1	0,01
	Аср (Бн)	8,3±1,9	6,3±1,5	0,02
	Ам (Бв)	58,2±13,8	35,9±12,1	0,002
	Аср (Бв)	10,3±2,9	7,4±2,1	0,05
Центральные	Ам (Бн)	28,3±4,9	17,8±3,8	0,009
	Аср (Бн)	8,9±1,8	6,0±1,2	0,01
	Ам (Бв)	63,6±14,6	34,7±11,5	0,002
	Аср (Бв)	10,8±2,5	6,8±1,7	0,01
Теменные	Ам (Бн)	23,2±3,9	16,8±3,4	0,02
	Ам (Бв)	50,1±11,8	32,3±10,4	0,01
Затылочные	Ам (Т)	17,4±5,6	7,8±2,7	0,02
	Аср (Т)	7,3±1,8	3,8±1,4	0,03
	Ам (Бн)	29,4±4,6	17,0±3,4	0,03
	Аср (Бн)	8,8±1,5	5,8±1,1	0,006
	Ам (Бв)	62,8±12,8	33,7±10,6	0,005
	Аср (Бв)	10,1±1,9	6,5±1,5	0,01

Примечание. Ам – амплитуда максимальная; Аср – амплитуда средняя; Бн – бета-низкочастотный ритм; Бв – бета-высокочастотный ритм; Т – тета-ритм.

КГ – 108,7±4,3 – уд/мин), ИН (ЭГ– 690,5±143,8 усл. ед., КГ – 1079,2±437,9 усл. ед.) и АМо (ЭГ – 61,3±4,3%, КГ – 69,1±7,1%) и снижение SDNN (ЭГ – 21,5±3,2 мс, КГ – 21,9±3,2 мс). После сеанса ТЭС в ЭГ относительно пред- и постсоревновательных значений произошло улучшение следующих показателей ВСР: ЧСС, R-Rcp, R-Rmin, R-Rmax (p<0,005), ИН (p<0,05), Мо (p<0,01). В ЭГ также заметно улучшились (относительно предсоревновательных) значения показателей SDNN, коэффициента вариации и АМо. Достоверные изменения КГ через 20 мин после соревнований и ЭГ после ТЭС выявлены по значениям индекса напряжения и коэффициента вариации (p<0,05). После ТЭС в ЭГ соотношение компонентов спектра было следующим: (LF>HF>VLF) 47: 41: 12, а в КГ – через 20 мин после соревнований – 52: 36: 12, что свидетельствует об увеличенном тоне симпатической нервной системы у спортсменов КГ по сравнению с ЭГ. Это позволяет утверждать, что использование сеанса ТЭС после соревнований способствует более быстрому восстановлению сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции. После соревнований в обеих группах время простых сенсомоторных реакций увеличивается, что свидетельствует о снижении функционального состояния ЦНС. После сеанса ТЭС в ЭГ улучшается время простой сенсомоторной реакции на свет и звук (p<0,05). В КГ через 20 мин после соревнований в психофизиологических показателях значительных изменений не произошло.

Влияние курса ТЭС (из 10 сеансов) на психофункциональное состояние организма спортсменов. Анализ динамики ЭЭГ-ритмов показал, что статистически значимые изменения показателей после курса ТЭС зарегистрированы в левом полушарии (см. таблицу). Снижение амплитуды бета-ритма во всех отведениях левого полушария сочеталось с достоверным уменьшением времени реакции выбора.

Также отмечалось снижение амплитуды тета-ритма в затылочных отведениях. Это можно расценить как признак экономизации работы головного мозга при выполнении работы, требующей повышенного внимания и зрительно-моторной координации.

Исследование показало, что до курса ТЭС наиболее значимыми факторами гемодинамики дистальных отделов нижних конечностей являлись тонус и эластичность артерий голей и интенсивность артериального кровотока (доля общей дисперсии (ДОД) – 30%). 2-й фактор – это кровоток левой конечности (ДОД 20%). 3-й фактор – время распространения пульсовой волны (ДОД 8%). После курса ТЭС, на первый план вышли показатели, характеризующие сосуды микроциркуляторного русла (ДОД 30%). 2-й фактор – интенсивность артериального кровотока обеих стоп (ДОД 12%). 3-й фактор не изменился. Следовательно, характер изменений свидетельствует о преимущественном влиянии курса ТЭС на сосуды микроциркуляторного русла дистальных отделов нижних конечностей.

Анализ структуры показателей церебральной гемодинамики до курса ТЭС показал, что наиболее значимым фактором является тонус артерий (ДОД 23%). Следующий по значимости – фактор объемного кровенаполнения и скорости объемного кровотока (ОД 20%). 3-й фактор – венозного оттока (ДОД 12%). После курса ТЭС наиболее значимым фактором стали объемное кровенаполнение и скорость объемного кровотока (ДОД 17%). 2-м фактором – тонус артерий среднего и мелкого калибра (ДОД 15%), 3-м – тонус магистральных артерий (ДОД 14%). Характер изменений показателей церебральной гемодинамики свидетельствует

о влиянии курса ТЭС преимущественно на средние и мелкие сосуды мозга, что приводит к улучшению артериального кровоснабжения и облегчению венозного оттока.

Выводы. Следовательно, срочный эффект однократного сеанса ТЭС в состоянии покоя заключается в повышении экономичности деятельности сердечно-сосудистой системы. После соревновательной нагрузки ТЭС способствует ускорению процессов срочного восстановления вегетативной и центральной нервной системы спортсменов. Курсовое применение ТЭС оптимизирует регионарный кровоток головного мозга и дистальных отделов нижних конечностей, а также работу мозга при выполнении задач на зрительно-моторную координацию.

ТЭС является перспективным методом физиовоздействия для оптимизации функционального состояния спортсменов в процессе их адаптации к тренировочным и соревновательным нагрузкам. Рекомендуется как курсовое применение ТЭС (10 сеансов по 30 мин), так и однократное (1 сеанс 20 мин) для ускорения процессов срочного восстановления после соревновательных и тренировочных нагрузок.

Литература

1. Виноградова О.Л. Использование метода транскраниальной электростимуляции для коррекции психофизиологического статуса спортсменов / О.Л. Виноградова // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования. – СПб., 2009. – Т. 3. – С. 256–274.
2. Гаманилина М.А. Применение метода транскраниальной электростимуляции в процессе подготовки спортсменов / М.А. Гаманилина, А.В. Калинин // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы ТЭС-терапии». – СПб.: СПб научный центр РАН, 2008. – С. 24–25.
3. Корягина Ю.В. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ Аппаратно-программный комплекс «Спортивный психофизиолог» № 2010617789 (реферат) / Ю.В. Корягина, С.В. Нопин // Программы для ЭВМ... (официальный бюл.). – 2011. – № 1. – Ч. 2. – С. 308.
4. Корягина Ю.В. Транскраниальные методы – перспективы применения в спорте / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогалева // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – 2014. – Т. 1. – № 1. – С. 24–29.
5. Лебедев В.П. Транскраниальная электростимуляция: новый подход / В.П. Лебедев // Транскраниальная электростимуляция: экспериментальные и клинические исследования. – СПб., 2005. – Т. 1. – С. 22–38.

References

1. Vinogradova, O.L. *Ispol'zovanie metoda transkraniial'noy elektrostimulyatsii dlya korrektsii psikhofiziologicheskogo statusa sportsmenov* (The use of transcranial electrical stimulation to correct athletes' psychophysiological state) // Transcranial electrostimulation. Experimental and clinical research. – St. Petersburg, 2009. – P. 3. – P. 256–274.
2. Gamanilina, M.A. *Primenenie metoda transkraniial'noy elektrostimulyatsii v protsesse podgotovki sportsmenov* (The use of the method of transcranial electrical stimulation during training of athletes) / M.A. Gamanilina, A.V. Kalinin // Tex. dokl. nauch.-prakt. konf. "Aktual'nye problemy TES-terapii" (Book of abstracts of theor.-pract. conf. "Acute problems of TKS therapy"). – St. Petersburg: SPB research center RAS, 2008. – P. 24–25.
3. Koryagina, J.V. *Svidetel'stvo ob ofitsial'noy registratsii programmy dlya EVM Apparato-programmny kompleks "Sportivny psikhofiziolog"* № 2010617789 (referat) (Certificate of official registration of the computer of the hardware and software complex "Sports physiologist" № 2010617789 (abstract) / J.V. Koryagina, S.V. Nopin // *Programmy dlya EVM* (official bul.). – 2011. – № 1. – P. 2. – P. 308.
4. Koryagina, J.V. *Transkraniial'nye metody - perspektivy primeneniya v sporta* (Transcranial methods - application prospects in sport) / J.V. Koryagina, L.G. Roguleva // *Nauchno-sportivny vestnik Urala i Sibiri*. – 2014. – P. 1. – № 1. – P. 24–29.
5. Lebedev, V.P. *Transkraniial'naya elektrostimulyatsiya: novy podkhod* (Transcranial electrical stimulation: a new approach) // Transcranial electrical stimulation: experimental and clinical research. – St. Petersburg, 2005. – P. 1. – P. 22–38.