



ВЛИЯНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СПОРТСМЕНОВ ЕДИНОБОРЦЕВ

Н.А. ФУДИН*, С.В. ТОКАРЕВА**, О.Н. БОРИСОВА**, Д.В. ИВАНОВ***

* НИИ нормальной физиологии им. П.К. Анохина, ул. Балтийская, д. 8, г. Москва, 125315, Россия

** ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», медицинский институт,
научно-образовательный центр, ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия

*** Институт медико-биологических исследований ВНЦ РАН,
ул. Пушкинская, д. 47, г. Владикавказ, Республика Северная-Осетия-Алания, 362025, Россия

Аннотация. Введение. Актуально изучение влияния экзогенного и эндогенного стресса, в том числе – спортивного, на организм, разработка эффективных методов его диагностики, профилактики и лечения с целью снижения общей заболеваемости и смертности. В последние годы в диагностику нарушений гемодинамики, в том числе микроциркуляции, при стрессе – внедрены различные *аппаратно-программные комплексы*, в частности, *система интегрального мониторинга «Симона-111»*, концентрирующая информацию более чем по 100 различным показателям. Введенные в программное обеспечение этой системы коэффициенты позволяют с большой точностью определять стрессоустойчивость спортсменов, что подтверждено на практике. **Цель исследования** – изучение показателей гемодинамики, в том числе микроциркуляции, у спортсменов единоборцев до и после проведения *транскраниальной электростимуляции*. **Материалы и методы исследований.** Изучены показатели центральной гемодинамики и микроциркуляции у 25 практически здоровых мужчин в возрасте 19-24 лет, занимающихся дзюдо и греко-римской борьбой на уровне кандидатов в мастера спорта. до и после стандартной нагрузки, для которой использовали 3-х минутный степ-тест, перед проведением которого и после завершения его проводилось измерение показателей гемодинамики на аппаратно-программном комплексе «Симона 111» и регистрация показателей микроциркуляции крови методом *лазерной доплеровской флоуметрии*. **Результаты и их обсуждение.** После недельного курса *транскраниальной электростимуляции* установлены достоверные изменения в динамике показателей *флоуметрии*, определяемые в покое до и после курса коррекции показателей. *Транскраниальная электростимуляция* изменила состояние микроциркуляторного русла кожи испытуемых: снижался уровень периферической перфузии кожи и повысился тонус микрососудов. Перестройка кожной гемодинамики сопровождалась снижением тканевого кровотока в сосудах микроциркуляторного звена в покое, что является важной составляющей адаптивного воздействия *транскраниальной электростимуляции*. **Заключение.** Применение *транскраниальной электростимуляции* у спортсменов с вариантами стресса является патогенетически обоснованным, поскольку при этом осуществляется нормализация регуляции опиоидных пептидов и других биологически активных веществ, а также оптимизация деятельности *гипоталамо-гипофизарно-репродуктивной системы*.

Ключевые слова: транскраниальная электростимуляция, система интегрального мониторинга, лазерная доплеровская флоуметрия, спортсмены-единоборцы, гемодинамика, микроциркуляция.

THE EFFECT OF TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION ON HEMODYNAMIC PARAMETERS OF MARTIAL ARTISTS

N.A. FUDIN*, S.V. TOKAREVA**, O.N. BORISOVA**, D.V. IVANOV***

* P.K. Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Baltiyskaya str., 8, Moscow, 125315, Russia

** Tula State University, Medical Institute,

Scientific and Educational Center, Boldina str., 128, Tula, 300012, Russia

*** Institute of Biomedical Research of VNC RAS,

Pushkinskaya str., 47, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, 362025, Russia

Abstract. Introduction. It is important to study the impact of exogenous and endogenous stress, including sports stress, on the body, to develop effective methods of its diagnosis, prevention and treatment in order to reduce overall morbidity and mortality. In recent years, various hardware and software complexes have been introduced into the diagnosis of hemodynamic disorders, including microcirculation, under stress, in particular, the integrated monitoring system "Simona-111", which concentrates information on more than 100 different indicators. The coefficients introduced into the software of this system make it possible to determine the stress

resistance of athletes with great accuracy, which has been confirmed in practice. *The aim of the study* was to study hemodynamic parameters, including microcirculation, in martial artists before and after transcranial electrical stimulation. *Materials and methods of research.* The indicators of central hemodynamics and microcirculation were studied in 25 practically healthy men aged 19-24 years engaged in judo and Greco-Roman wrestling at the level of candidates for master of sports. before and after the standard load, for which a 3-minute step test was used, before and after which hemodynamic parameters were measured on the Simona 111 hardware and software complex and blood microcirculation parameters were recorded by laser Doppler flowmetry. *Results and their discussion.* After a week-long course of transcranial electrical stimulation, significant changes in the dynamics of flowmetry indicators were determined at rest before and after the course of correction of indicators. Transcranial electrical stimulation changed the state of the microcirculatory bed of the skin of the subjects: the level of peripheral perfusion of the skin decreased and the tone of microvessels increased. The restructuring of cutaneous hemodynamics was accompanied by a decrease in tissue blood flow in the vessels of the microcirculatory link at rest, which is an important component of the adaptive effect of transcranial electrical stimulation. *Conclusion.* The use of transcranial electrical stimulation in athletes with stress variants is pathogenetically justified, since it normalizes the regulation of opioid peptides and other biologically active substances, as well as optimizes the activity of the hypothalamic-pituitary-reproductive system.

Keywords: transcranial electrical stimulation, integrated monitoring system, laser Doppler flowmetry, martial artists, hemodynamics, microcirculation.

Введение. Оптимизация физической деятельности человека зависит не только от наследуемых факторов, но и от внешних управляющих воздействий, направленных на регуляцию тонуса сосудов микроциркуляторного русла, процессов углеводно-энергетического обмена в мышцах и других тканях. Физическая культура и спорт, особенно, *спорт высших достижений*, предъявляют организму человека, его функциональным системам подчас экстремальные нагрузки, адаптация к которым осуществляется через основные адаптационные системы: *гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую, гипоталамо-гипофизарно-репродуктивную и ГАМК-допаминергическую*. Установление механизмов организации физиологических ритмов при адаптации к физическим нагрузкам различной мощности показало наличие *синтаксической (СПА) и кататоксической программ адаптации (КПА)*, обеспечивающих оптимизацию требуемого результата [1, 10]. Актуально изучение влияния экзогенного и эндогенного стресса, в том числе – спортивного, на организм, разработка эффективных методов его диагностики, профилактики и лечения с целью снижения общей заболеваемости и смертности. При анализе литературных источников установлена целесообразность разработки методов аппаратной диагностики и патогенетического лечения стресса, который развивается стадийно, вплоть до дистресса. Это ведет к физиологическому износу биологических систем, психосоматическим расстройствам, ухудшая *функциональное состояние организма (ФСО)* [3, 15, 18].

Кроме фармакологических средств метаболического действия, в спортивной медицине используются витамины, коферменты и адаптогены. Интенсивность физических нагрузок обуславливает необходимость поиска средств направленного воздействия на течение анаболических, восстановительных процессов при состоянии перенапряжения в периоды тренировочных циклов, характеризующихся высокой интенсивностью нагрузок, при которых развивается утомление [16], а также не медикаментозных средств, активирующих различные ферментные системы [11, 12, 17]. Спортсмены различного квалификационного уровня и видов спорта требуют индивидуализации в подборе таких средств.

В последние годы в диагностику нарушений гемодинамики, в том числе микроциркуляции, внедрены различные *аппаратно-программные комплексы (АПК)*, в частности, *система интегрального мониторинга «Симона-111»*, концентрирующая информацию более чем по 100 различным показателям. Введенные в программное обеспечение этого АПК коэффициенты позволяют с большой точностью определять стрессоустойчивость спортсменов, что подтверждено на практике [3, 4, 6, 8]. Для констатации микроциркуляторных нарушений используется метод *лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ)*, который позволяет осуществлять неинвазивный контроль состояния микроциркуляции в реальном масштабе времени. Коррекция ФСО в последние годы осуществляется, в частности, таким способом, как *транскраниальная электростимуляция (ТЭС)*, обеспечивающим значимый профилактический и реабилитационно-восстановительный эффект [2, 5, 7, 9, 13, 14].

Цель исследования – изучить показатели гемодинамики, в том числе микроциркуляции, у спортсменов единоборцев до и после проведения коррекции функционального состояния внешним воздействием – *транскраниальной электростимуляцией*.

Материалы и методы исследования. Исследованы показатели центральной гемодинамики и микроциркуляции у 25 практически здоровых лиц в возрасте 19-24 лет, мужчин, занимающихся дзюдо и греко-римской борьбой на уровне *кандидатов в мастера спорта (КМС)*. Исследование проводили до и после стандартной нагрузки, для которой использовали 3-х минутный степ-тест (30 восхождений/мин.) с

высотой ступеньки 50 см. перед проведением которого и после завершения его проводилось измерение показателей гемодинамики на АПК Симона 111 и регистрация ЛДФ-граммы.

Регистрация параметров микроциркуляции осуществлялась на компьютеризированном одноканальном лазерном доплеровском флоуметре ЛАКК-01 (НПП «Лазма», Москва). Датчик локализовали в области задней (наружной) поверхности левого предплечья на 4 см выше лучезапястной складки по срединной линии – в зоне Захарьина-Геда, кровотока на которой мало подвержен внешним воздействиям, имеются «нутритивные» микрососуды и незначительное количество артериоловеноулярных анастомозов. Исследование осуществлялось в положении сидя, при температуре воздуха в кабинете в пределах 21–24°C. Запись ЛДФ-граммы осуществлялась в течение 6 минут. На исходной ЛДФ-грамме анализировались частотные ритмы кровотока (*кардиоритм (ACF)*, *дыхательный ритм (AHF)*), суточный ритм активности, *ритм вазомоторных колебаний стенок сосудов (ALF)*. Интегральная оценка интенсивности микроциркуляции кожи – показатель *М. Среднее квадратичное отклонение (СКО)*, или σ , амплитуды колебаний кровотока от средней величины показателя микроциркуляции отражает временную изменчивость микроциркуляции (*флакс*). *Коэффициент вариации (Kv)* отражает соотношение величины перфузии тканей и ее изменчивости. Показатели расчетных индексов – *индекс эффективности микроциркуляции (ИЭМ)*, *внутрисосудистое сопротивление (ВСС)*, *коэффициенты активных и пассивных механизмов регуляции кровотока (АМРК и ПМРК)* объективно характеризовали микроциркуляторную гемореологию. Анализировались не только абсолютные значения амплитуд ритмических составляющих *флаксомоций*, но и их нормированные величины.

Исследование осуществлялось с 2021 по 2022 год на базе *лаборатории гемодинамики* (проект ОКРИС) Тульского государственного университета совместно с АНО «Фарма2030». При проведении исследования руководствовались Хельсинской декларацией Всемирной Ассоциации и Руководством по надлежащей практике Международной конференции по гармонизации (*ICH GCP E6 R2*). Все участники подписали добровольное информированное согласие. Использовали ПАК Симона-111 (регистрационное удостоверение № ФСР 2008/03787 от 22 августа 2018 г.). При этом определяли: *волемический статус (ВОЛ)*, *преднагрузка левого желудочка ($\Delta\%$)*, показывает отклонение волемического статуса от нормы индивидуума; *индекс состояния инотропии ($1/\text{сек}^2$) (ИСИ)* – зависит от пола и возраста, характеризует максимальное ускорение крови при выбросе из левого желудочка в аорту; *индекс сократимости миокарда ($10^3 \cdot 1/\text{сек}$) (ИСМ)* – зависит от пола и возраста, характеризует среднюю скорость при выбросе крови из левого желудочка в аорту, показывает отклонение сократимости левого желудочка от нормы индивидуума, отражает соотношение между ударным индексом и временем изгнания; *фракция выброса левого желудочка (%) (ФВ)*; *пульсовой индекс периферического сосудистого сопротивления ($10^3 \cdot \text{дин} \cdot \text{сек}/\text{см}^5/\text{м}^2$) (ПИПСС)* – характеризует постнагрузку (периферическое сосудистое сопротивление), зависит от пола, возраста и температуры тела; *ударный индекс работы левого желудочка ($\text{г} \cdot \text{м}/\text{уд}/\text{м}^2$) (УИРЛЖ)* – отражает суммарный баланс волемического статуса и сократимости левого желудочка; *конечный диастолический индекс левого желудочка ($\text{мл}/\text{м}^2$) (КДИ)*; *среднее артериальное давление (мм рт.ст.) (АДср)* – отражает давление крови внутри капилляров, гемодинамически значимое давление крови; *ударный объем ($\text{мл}/\text{удар}$) (УО)*; *площадь поверхности тела (м^2) (ППТ)*; *ударный индекс ($\text{мл}/\text{удар}/\text{м}^2$) (УИ)* – определяет вместе с АДср гемодинамический статус индивидуума; *(СИ) – сердечный индекс ($\text{л}/\text{мин}/\text{м}^2$)*, зависит от пола, возраста и температуры тела, отражает объем перфузионного кровотока крови; *(ЧСС) – частота сердечных сокращений (1/мин)*. (*DO₂I*) – *индекс доставки кислорода ($\text{мл}/\text{мин}/\text{м}^2$)*, прямо пропорционально зависит от содержания кислорода в артериальной крови и перфузионного кровотока.

После исходного тестирования спортсменам в течение 7 дней проводили *транскраниальную электростимуляцию (ТЭС)*, после чего осуществлялся повторно степ-тест и анализировались показатели гемодинамики. ТЭС осуществлялась на устройствах «Доктор ТЭС-03» и «Трансаир-03» (РУ: № ФСР 2010/07219 от 29.03.2010).

Статистический анализ позволил определить средние величины вариационного ряда (среднее арифметическое M и среднюю ошибку $\pm m$). При оценке достоверности данных применялся разностный метод с вычислением t -критерия Стьюдента. Различия между двумя средними величинами считались достоверными при значении $p < 0,05$.

Результаты исследований. Влияние ТЭС на динамику показателей у спортсменов на фоне выполнения степ-теста. Динамика основных показателей сердечнососудистой и дыхательной систем у спортсменов при выполнении степ-теста после курса ТЭС – не существенна. Но к моменту завершения степ-теста, проведенного после курса ТЭС произошло повышение АД систолического на 21 % ($p < 0,001$), снижение диастолического АД на 17% ($p < 0,001$), тогда как выполнение теста до ТЭС не вызвало статистически достоверных изменений показателя. В ходе выполнения степ-теста произошло более значительное увеличение АД среднего – на 110 % – после курса ТЭС ($p < 0,001$).

При анализе изменений АД и ЧСС выявлено, что при выполнении нагрузочного теста спортсменами до прохождения ТЭС наблюдался *нормотонический тип* реакции сердечнососудистой системы

(умеренная тахикардия и умеренный подъем систолического АД). Но отсутствие динамики среднегруппового показателя диастолического АД при тестировании свидетельствует о неадекватной реакции системы кровообращения на нагрузку.

При проведении теста после курса ТЭС сохранился нормотонический тип реакции на физическую нагрузку (умеренное увеличение ЧСС и повышение АД систолического). Статистически достоверное понижение диастолического АД на 14 % во время выполнения степ-теста после ТЭС свидетельствует о повышении уровня адаптации обследуемых под влиянием ТЭС, поскольку эта реакция более физиологична.

Влияние курса ТЭС на состояние микроциркуляторного русла кожи в покое. Поскольку микрогемодиализ обеспечивает соответствие перфузии и метаболизма тканей организма, важным является выявление влияния ТЭС на состояние адаптационных резервов сердечнососудистой системы и степень влияния на функциональное состояние сосудов микроциркуляторного русла (МЦР). После недельного курса ТЭС установлены достоверные изменения в динамике показателей ЛДФ-граммы, определяемые в покое до и после курса ТЭС (табл. 1).

Таблица 1

Динамика показателей микроциркуляции кожи в покое у спортсменов под влиянием курса ТЭС, n=25

| | До проведения курса ТЭС | После проведения Курса ТЭС | % |
|---|-------------------------|----------------------------|--------|
| Показатель микроциркуляции (ПМ) | 3,07±0,24 | 2,29±0,15* | 75,24 |
| σ – отклонение от среднего значения ПМ | 0,66±0,11 | 0,38±0,06* | 61,54 |
| Kv% – коэффициент вариации ПМ | 16,81±0,74 | 12,10±1,15* | 77,74 |
| ALF – медленные колебания | 0,94±0,20 | 0,39±0,08** | 49,46 |
| ACF – колебания кардиоритма | 0,13±0,01 | 0,11±0,03 | 85,71 |
| AHF – быстрые колебания | 0,36±0,02 | 0,19±0,03* | 57,57 |
| <i>Показатели расчетных индексов</i> | | | |
| АМРК – активный механизм регуляции кровотока | 0,17±0,01 | 0,34±0,11* | 200,00 |
| ПМРК – пассивный механизм регуляции кровотока | 0,36±0,03 | 0,38±0,02 | 102,86 |
| АМРК/ ПМРК | 0,48±0,03 | 0,91±0,01** | 231,11 |
| ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции | 2,12±0,17 | 1,99±0,14 | 95,58 |
| ВСС – внутрисосудистое сопротивление | 4,35±0,26 | 5,37±0,41* | 123,45 |

Примечание: *,** – достоверность различий показателя, определяемого до и после курса ТЭС – $p < 0,05$, $p \leq 0,01$

Показатель ПМ, характеризующий перфузию тканей, прямо пропорциональный скорости движения эритроцитов, количеству функционирующих капилляров и величине гематокрита в единице объема ткани в коже предплечья, достоверно снизился. Это свидетельствует об уменьшении потока крови в коже.

Уменьшился также коэффициент вариации, отражающий соотношение величины перфузии тканей и ее изменчивости. Также снизились СКО амплитуды колебаний кровотока от средней величины показателя микроциркуляции после ТЭС. Состояние микроциркуляторного звена кровообращения отражают наиболее значимые амплитудно-частотные характеристики спектра ЛДФ-грамм. Выявлено уменьшение под влиянием ТЭС на 49 % от исходного уровня амплитуд низкочастотных колебаний – ALF, что можно трактовать как снижение нейрогенной и миогенной активности сосудов кожи. Высокий уровень LF является отражением увеличения активности гладких миоцитов в стенке артериол и прекапиллярных сфинктеров. Произошло также уменьшение амплитуды быстрых колебаний кровотока на 39 % ($p < 0,001$). Параллельно отмечалось повышение активности АМРК, увеличение соотношения АМРК/ПМРК в покое на 129 % ($p < 0,001$).

Таким образом, курсовое проведение ТЭС вызвало изменения в состоянии микроциркуляторного русла кожи испытуемых в покое: снижение уровня периферической перфузии кожи за счет уменьшения миогенной активности и вазомоторной и повышения тонуса микрососудов. Перестройка кожной гемодинамики под влиянием ТЭС, сопровождающаяся снижением тканевого кровотока в сосудах микроциркуляторного звена в покое, является важной составляющей адаптивного воздействия препарата при последующей физической нагрузке.

На ПАК Симона 111 сравнивались физиологические показатели работы жизненно важных систем с индивидуальной медицинской нормой, учитывающей вес, рост, пол, возраст и температуру тела паци-

ента. Это обеспечивало раннюю диагностику и объективный контроль применения ТЭС на основе анализа 4-х интегральных показателей, характеризующих работу всех жизненно важных систем (сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной): 1. *Индекс доставки кислорода (DO_2I)*. У здорового человека, норма составляет 600 ± 100 (мл/мин/м²). 2. *Интегральный баланс (ИБ)*, норма $0 \pm 100\%$. 3. *Кардиальный резерв (КР)*, норма 5 ± 1 у.е. 4. *Адаптационный резерв (АР)*. Норма 500 ± 100 у.е. – отражает суммарный баланс ИБ и КР. По АР можно оценивать динамику общего уровня здоровья любых пациентов, в том числе критических, а также следить за эффективностью и скоростью восстановительных мероприятий. Использование показателей, полученных на ПАК «Симона 111», является определяющим фактором диагностики *эндогенного стресса* у спортсменов, позволяющим определить *индекс стрессоустойчивости*, как прогностически важный компонент диагностики.

Применение ТЭС у спортсменов с проявлениями спортивного стресса является патогенетически обоснованным, поскольку при этом осуществляется нормализация регуляции опиоидных пептидов и других биологически активных веществ, а также оптимизация деятельности *гипоталамо-гипофизарно-репродуктивной системы*. При исследовании на АПК «Симона 111» получены следующие результаты (табл. 2)

Таблица 2

Показатели гемодинамики у спортсменов-единоборцев (КМС) до применения ТЭС, n=25

| п/п | Квалификация | Вид спорта | ИБ в % | КР в у.е. | ИСУ | DO_2I мл/мин/м ² | СИ | УИ |
|-----|--------------|----------------------|--------------|---------------|-----|----------------------------------|-----|----|
| 1 | КМС | Дзюдо | 285 ± 37 | $5,6 \pm 0,8$ | 25 | $745 \pm 54,6$ | 4,5 | 73 |
| 2 | КМС | Греко-римская борьба | 310 ± 46 | $4,9 \pm 0,3$ | 17 | $632 \pm 37,8$ | 4,7 | 82 |

После воздействия ТЭС по показателю ИСУ – отмечено увеличение стрессоустойчивости в обеих группах спортсменов. *Индекс доставки кислорода (DO_2I)* также показал улучшение оксигенации, что важно для формирования устойчивости спортсменов к утомлению.

Заключение. Результаты исследования показывают, что семидневное проведение ТЭС повышает степень адаптации сердечнососудистой системы и МЦР кожи к физической нагрузке: происходит более выраженный рост АД среднего, достоверное снижение АД диастолического при выполнении стандартного степ-теста. Под влиянием ТЭС увеличивается тонус микрососудов и внутрисосудистое сопротивление в кожных покровах верхних конечностей. Уменьшение перфузии кожи, преимущественно за счет АМПК, положительно влияет на адаптационные реакции системы кровообращения на нагрузку, вызывая перераспределение крови в пользу работающих мышц.

Литература

1. Еськов В.М., Хадарцев А.А. Системный анализ, управление и обработка информации в биологии и медицине. Ч. VI. Системный анализ и синтез в изучении явлений синергизма при управлении гомеостазом организма в условиях саногенеза и патогенеза: Монография. Самара: ООО «Офорт», 2005. 153 с.
2. Малыгин А.В., Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Наумова Э.М., Валентинов Б.Г., Трусов С.В. Транскраниальная электростимуляция / Под ред. В.П. Лебедева. М.: Издательство «Индрик», 2021. 224 с.
3. Токарев А.Р. Нейро-цитокиновые механизмы острого стресса (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. №3. Публикация 3-10. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/3-10.pdf> (дата обращения 18.06.2019). DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16469.
4. Токарев А.Р., Антонов А.А., Хадарцев А.А. Способ диагностики стрессоустойчивости. Патент на изобретение №2742161. Заявка 2020116266 от 24.04.2020. Дата регистрации 02.02.2021. Опубликовано 02.02.2021 Бюл. №4
5. Токарев А.Р., Несмеянов А.А., Фудин Н.А. Комплексное воздействие транскраниальной электростимуляции и мексидола у тяжелоатлетов. В сборнике: Междисциплинарные исследования. Сборник научных статей к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области. Тула, 2018. С. 5–11.
6. Токарев А.Р., Федоров С.С., Токарева С.В., Наумов А.В., Харитонов Д.В. Возможности современных отечественных интерактивных аппаратно-программных медицинских комплексов (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. 2016. №4. С. 316–327. DOI: 10.12737/23881
7. Токарев А.Р., Фудин Н.А., Хадарцев А.А. К проблеме немедикаментозной коррекции спортивного стресса // Терапевт. 2018. № 11. С. 41–46.

8. Токарев А.Р., Хадарцев А.А. Аппаратно-программный метод выявления профессионального стресса и возможность его коррекции методом транскраниальной электростимуляции (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №4. Публикация 2-26. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-26.pdf> (дата обращения 15.12.2017). DOI: 10.12737/article_5a38d3425cbcd3.24947719.
9. Троицкий М.С., Токарев А.Р., Гладких П.Г. Возможности коррекции психоэмоционального стресса (краткий обзор литературы). В сборнике: Перспективы вузовской науки. К 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник трудов). Тула, 2016. С. 66–77.
10. Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Орлов В.А. Медико-биологические технологии в физической культуре и спорте. Москва: ООО Издательство «Спорт», 2018. 320 с.
11. Хадарцев А.А. Избранные технологии не медикаментозного воздействия в реабилитационно-восстановительной и спортивной медицине / Под ред. Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «Инфра», 2009. 398 с.
12. Хадарцев А.А. Не медикаментозные технологии (рефлексотерапия, гирудотерапия, фитотерапия, физиотерапия). Германия: Palmarium Academic Publishing, 2012. 512 с.
13. Хадарцев А.А., Токарев А.Р. Реабилитация после перенесенного нового инфекционного заболевания COVID-19: монография. Тула: ООО «ТППО», 2021. 170 с.
14. Хадарцев А.А., Токарев А.Р., Токарева С.В., Хромушин В.А. Транскраниальная электростимуляция в лечении психосоматических расстройств у работников промышленного предприятия // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2019. Т. 96, № 2. С. 39–44.
15. Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Психоэмоциональный стресс в спорте. Физиологические основы и возможности коррекции (обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №3. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf> (дата обращения 30.09.2015). DOI: 10.12737/13378.
16. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Бадтиева В.А. Митохондриальные аспекты утомления в спорте // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2022. Т. 99. № 4. С. 67–73.
17. Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Миненко И.А. Применение гипотермии в сочетании с транскраниальной электростимуляцией в спорте (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №1. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/3-9.pdf> (дата обращения 21.02.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-1-3-9
18. Khadartsev A.A., Zilov V.G., Eskov V.M., Ilyashenko L.K. New effect in physiology of human nervous muscle system // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019. Т. 167. № 4. С. 419–423.

References

1. Es'kov VM, Khadartsev AA. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Ch. VI. Sistemnyy analiz i sintez v izuchenii yavleniy sinergizma pri upravlenii gomeostazom organizma v usloviyakh sanogeneza i patogeneza: Monografiya [Systems analysis, control and information processing in biology and medicine. H. VI. Systems analysis and synthesis in the study of the phenomena of synergism during control of the homeostasis of organism under the conditions of sanogeneza and pathogenesis: Monograph]. Samara: ООО «Ofort»; 2005. Russian.
2. Malygin AV, Khadartsev AA, Tokarev AR, Naumova JeM, Valentinov BG, Trusov SV. Transkraniyal'naja jelektrostimul'jacija [Transcranial electrical stimulation]. Pod red. VP. Lebedeva. Moscow: Izdatel'stvo «Indrik»; 2021. Russian.
3. Tokarev AR. Nejro-citokinovy mehanizmy ostrogo stressa (obzor literatury) [Neuro-cytokine mechanisms of acute stress (literature review)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2019 [cited 2019 June 18];3 [about 11 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2019-3/3-10.pdf>. DOI: 10.24411/2075-4094-2019-16469.
4. Tokarev AR, Antonov AA, Khadartsev AA zh inventors. Sposob diag-nostiki stressoustoychivosti [Method of diagnosing stress resistance]. Russian Federation patent RU №2742161; 2021. Russian.
5. Tokarev AR, Nesmejanov AA, Fudin NA. Kompleksnoe vozdejstvie transkraniyal'noj jelektrostimul'jacji i meksidola u tjazheloatletov [Complex effects of transcranial electrical stimulation and mexidol in weightlifters. In the collection: Interdisciplinary research]. V sbornike: Mezhdisciplinarnye issledovaniya. sbornik nauchnyh statej k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovaniya i nauki Tul'skoj oblasti. Tula; 2018. Russian.
6. Tokarev AR, Fedorov SS, Tokareva SV, Naumov AV, Haritonov DV. Vozmozhnosti sovremennyh otechestvennyh interaktivnyh apparatno-programmnyh medicinskih kompleksov (obzor literatury) [Possibilities of modern domestic interactive hardware and software medical complexes (literature review)]. Vestnik novykh medicinskih tehnologij. 2016;4:316-27. DOI: 10.12737/23881
7. Tokarev AR, Fudin NA, Khadartsev AA. K probleme nemedikamentoznoy korrektsii sportivnogo stressa [On the problem of non-drug correction of sports stress]. Terapevt. 2018;11:41-6. Russian.

8. Tokarev AR, KHadarcev AA. Apparato-programmnyj metod vyyavleniya professio-nal'nogo stressa i vozmozhnost' ego korekcii metodom transkranial'noj ehlektrostimulyacii (kratkoe soobshchenie) [Hardware-software method of professional stress detection and the possibility of its correction by transcranial electrical stimulation (short message)]. Journal of New Medical Technologies, eEdition. 2017[cited 2017 Dec 15];4[about 7 p.]. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-26.pdf>. DOI: 10.12737/article_5a38d3425cbcd3.24947719. Russian.

9. Troickij MS, Tokarev AR, Gladkih PG. Vozmozhnosti korekcii psihojemo-cional'nogo stressa (kratkij obzor literatury) [Possibilities of correction of psychoemotional stress (a brief review of the literature)]. V sbornike: Perspektivy vu-zovskoj nauki. k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovanija i nauki Tul'skoj oblasti (sbornik trudov). Tula; 2016. Russian.

10. Fudin NA, Khadartsev AA, Orlov VA. Mediko-biologicheskie tekhnologii v fizicheskoj kul'ture i sporte [Medical and biological technologies in physical culture and sport]. Moscow: OOO Izdatel'stvo «Sport»; 2018. Russian.

11. Khadartsev AA. Izbrannye tekhnologii ne medikamentoznogo vozdeystviya v reabilitatsionno-vosstanovitel'noj i spor-tivnoj meditsine. Pod redaktsiej NA Fudina [Selected technologies of non-drug effects in rehabilitation and rehabilitation and sports medicine. Edited BY Fudin]. Tula: OOO RIF «Infra»; 2009. Russian.

12. Khadartsev AA. Ne medikamentoznye tekhnologii (refleksoterapija, girudoterapija, fitoterapija, fizioterapija) [Non-medicinal technologies (reflexology, hirudotherapy, phytotherapy, physiotherapy)]. Germanija: Palmarium Academic Publishing; 2012. Russian.

13. Khadartsev AA, Tokarev AR. Reabilitacija posle perenesennogo novogo infekcionnogo zabojevanija COVID-19: monografija [Rehabilitation after a new infectious disease COVID-19: monograph]. Tula: OOO «TPPO»; 2021. Russian.

14. Khadartsev AA, Tokarev AR, Tokareva SV, Hromushin VA. Transkranial'naja jelektrostimuljacija v lechenii psihosomaticeskikh rasstrojstv u rabotnikov promyshlennogo predprijatija [Transcranial electrical stimulation in the treatment of psychosomatic disorders in industrial workers]. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury. 2019;96(2):39-44. Russian.

15. Khadartsev AA, Fudin NA. Psichoemotsional'nyj stress v sporte. Fiziologicheskie osnovy I vozmozhnosti korekcii (obzor literatury) [Psycho-emotional stress in sport. Physiological basis and possibilities of correction (literature review)]. Journal of New Medical Technologies. E-edition. 2015[cited 2015 Sep 30];3:[about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-3/5256.pdf>. DOI: 10.12737/13378.

16. Khadartsev AA, Fudin NA, Badtieva VA. Mitochondrial'nye aspekty utomlenija v sporte [Mitochondrial aspects of fatigue in sports]. Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoj fizicheskoj kul'tury. 2022;99(4):67-73. Russian.

17. Khadartsev AA, Fudin NA, Minenko IA. Primenenie gipotermii v sochetanii s transkranial'noj jelektrostimuljaciej v sporte (kratkoe soobshchenie) [Use of hypothermia in combination with transcranial electrostimulation in sports (short message)]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2022 [cited 2022 Feb 21];1 [about 9 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/3-9.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-1-3-9

18. Khadartsev AA, Zilov VG, Eskov VM, Ilyashenko LK. New effect in physiology of human nervous muscle system. Bulletin of Experimental Biology and Medicine. 2019;167(4):419-23.

Библиографическая ссылка:

Фудин Н.А., Токарева С.В., Борисова О.Н., Иванов Д.В. Влияние транскраниальной электростимуляции на гемодинамические показатели спортсменов единоборцев // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №5. Публикация 3-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-5/3-8.pdf> (дата обращения: 28.10.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-5-3-8. EDN MEKTCD*

Bibliographic reference:

Fudin NA, Tokareva SV, Borisova ON, Ivanov DV. Vlijanie transkranial'noj jelektrostimuljaciej na gemodinamicheskie pokazateli sportsmenov edinoborcev [The effect of transcranial electrical stimulation on hemodynamic parameters of martial artists]. Journal of New Medical Technologies, e-edition. 2022 [cited 2022 Oct 28];5 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-5/3-8.pdf>. DOI: 10.24412/2075-4094-2022-5-3-8. EDN MEKTCD * номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-5/e2022-5.pdf>

**идентификатор для научных публикаций EDN (eLIBRARY Document Number) будет активен после загрузки полной версии журнала в eLIBRARY