

<https://doi.org/10.17116/kurort20199601137>

## Транскраниальная электростимуляция и лазерофорез серотонина у спортсменов при сочетании утомления и психоэмоционального стресса

Н.А. ФУДИН<sup>2</sup>, А.А. ХАДАРЦЕВ<sup>1</sup>, С.В. МОСКВИН<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия; <sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина», Москва, Россия; <sup>3</sup>ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

**Обоснование.** При субмаксимальных спортивных нагрузках, сопровождающихся мышечным утомлением, за счет метаболических превращений, создаются условия для развития сочетанного эндогенного и экзогенного психоэмоционального стресса. В развитии стресса важную роль играет состояние механизмов адаптации, в которых задействованы синтоксические и кататоксические программы, а также ГАМК-допаминергическая система. Недостаточно сведений о возможности уменьшения проявлений стресса. **Цель исследования** — определить возможность предупреждения развития психоэмоционального стресса с помощью воздействия транскраниальной электростимуляции в сочетании с лазерофорезом серотонина. **Методы.** У 96 спортсменов, занимающихся тяжелой атлетикой и атлетической гимнастикой (основная группа), был оценен психологический статус до и после транскраниальной электростимуляции в сочетании с лазерофорезом серотонина, проводимых в течение 14 дней, а также у 37 спортсменов в состоянии шадящего покоя (контрольная группа). В течение 14 дней у них применяли режим шадящего покоя. Лазерофорез серотонина проводили с помощью устройства Матрикс, транскраниальную электростимуляцию — с помощью аппарата Магنون-ДКС. Оценку психологического статуса осуществляли по Госпитальной шкале тревоги и депрессии (The Hospital Anxiety and Depression scale), опроснику САН (самочувствие, активность, настроение), индексу Хильдебрандта, а также с помощью тестирования по методике Спилбергера—Ханина. **Результаты.** Двухнедельный курс воздействия транскраниальной электростимуляции и лазерофореза серотонина у пациентов основной группы обеспечивает более быструю стабилизацию психологического статуса, чем у спортсменов контрольной группы. Это связано с многокомпонентным участием программ адаптации в управлении гомеостазом и воздействием на ГАМК-допаминергическую систему через серотониновые и опиоидергические механизмы. **Заключение.** Результаты исследования позволяют рекомендовать разработанный способ транскраниальной электростимуляции и лазерофореза серотонина для использования в спортивной медицине.

**Ключевые слова:** психоэмоциональный стресс, лазерофорез, серотонин, транскраниальная электростимуляция, механизмы адаптации.

## Transcranial electrostimulation and serotonin laser phoresis in the athletes experiencing a combined effect of fatigue and psycho-emotional stress

N.A. FUDIN<sup>2</sup>, A.A. KHADARTSEV<sup>1</sup>, S.V. MOSKVIN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSBEI HE «Tula State University», Tula, Russia; <sup>2</sup>P.K. Anokhin State Research Institute of Normal Physiology, Moscow, Russia; <sup>3</sup>O.K. Skobelkin State Laser Medicine Research Center of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia

**Rationale.** At sports submaximal loads accompanied by muscle fatigue due to metabolic transformations, the conditions are created for the development of combined endogenous and exogenous emotional stresses. An important role in the development of stress is played by the state of adaptation mechanisms, in which sintoxic and catatoxic programs are involved, as well as the GABA-dopaminergic system. There is insufficient information on the possibilities for reducing the manifestations of stress. **Purpose.** The objective of the present study was to estimate the possibilities for the prevention of the development of psycho-emotional stress with the use of transcranial electrostimulation in the combination with serotonin laser phoresis. **Methods.** The assessment of the psychological status before and after transcranial electrostimulation in the combination with serotonin laser phoresis was performed in 96 athletes who were engaged in weightlifting and athletic gymnastics, as well as in 37 athletes comprising the control group in the state of sparing rest. Transcranial electrostimulation was carried out during 14 days. The laser phoresis of serotonin was conducted with the application of the Matrix device and transcranial electrostimulation with the use of the Magnon-DKS apparatus. The assessment of the psychological status was carried out based on the Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) and the results of the well-being-activity-mood (WAM) questionnaire and in accordance with the Hildebrandt index, and the Spielberger-Hanin test. **Results.** The two-week course of exposure to transcranial electrostimulation and serotonin laser phoresis of the patients comprising the main group resulted in a faster stabilization of the psychological status than in the control group. This effect was due to the multi-component involvement of the athletes in the adaptation programs including the management of homeostasis and the influence on the GABA-dopaminergic system via the serotonin and opioidergic mechanisms. **Conclusion.** The results of this study give reason to recommend the proposed method of transcranial electrostimulation and serotonin laser phoresis for the use in sports medicine.

**Keywords:** psycho-emotional stress, laser phoresis, serotonin, transcranial electrostimulation, adaptation mechanisms.

## Обоснование

Организм является иерархической совокупностью функциональных систем, биологические процессы в которых взаимосвязаны и взаимообусловлены. Если адаптация подразумевает обеспечение ранее отсутствующей у организма устойчивости к факторам среды, то стресс — реакцию организма на любое предъявленное ему требование. Постоянство внутренней среды организма поддерживается двумя типами реакций — синтоксической (через химические сигналы или нервные импульсы, действует как успокоитель, позволяя мирно сосуществовать с вторгшимся агентом) и кататоксической (через химические вещества, стимулирует гибель чужеродного агента). Подтверждено наличие этих двух программ адаптации и определены возможные пути их использования в оздоровительных и лечебных целях. Связь деятельности вегетативного отдела нервной системы с процессами метаболизма была определена при изучении стресс-реализующей и стресс-лимитирующей систем, при обосновании двух стратегий — резистентности и толерантности, активности и покоя, анаболизма и катаболизма. Выявлены особенности действия катехоламинов и ацетилхолина, механизмы их продукции и участия в обменных процессах, в том числе в активности ГАМК-ергической системы через обмен янтарной кислоты [1, 2].

Большое количество формулировок понятия «утомление» указывает на сложность проблемы. Под утомлением понимается функциональное состояние организма, вызванное умственной или физической работой, при котором наблюдаются временное снижение работоспособности, изменение функций организма и появление субъективного ощущения усталости. Есть мнение, что утомление при мышечной работе отображает особое физиологическое состояние человека, проявляющееся в дискоординации физиологических функций работающего организма и во временном снижении его работоспособности, которое наступает в результате активной деятельности локомоторного аппарата. В спортивной физиологии утомление представляется как биологически целесообразная охранительная реакция, направленная против истощения функционального потенциала организма [3].

Физиологические механизмы развития утомления обусловлены мощностью нагрузки, ее длительностью, характером упражнений, сложностью их выполнения, а также адаптивными реакциями организма при выполнении физической работы большого объема и интенсивности. Рост спортивных результатов в спорте высших достижений на фоне возрастающих физических нагрузок при тренировочной и соревновательной деятельности требует расширения и углубления медико-биологических знаний о физиологических механизмах и компенсаторных ре-

акциях организма, вовлеченных в обеспечение выполняемой физической работы. При этом утомление, наступающее при аэробной и анаэробной мощности выполняемой циклической работы, имеет различный уровень метаболического обеспечения, так как напрямую зависит от объема и интенсивности физических нагрузок и морфофункционального состояния мышечного аппарата спортсмена. Показано разное процентное содержание различного типа мышечных волокон в скелетных мышцах спортсменов, что отражает их индивидуальные физические особенности и определяет потенциальные возможности в преимущественном развитии тех или иных физических качеств, т.е. в совершенствовании определенной спортивной дисциплины. Утомление при максимальной интенсивности выполняемой циклической работы в короткий промежуток времени (спринтерские дистанции) формируется на фоне функциональной лабильности нервных центров в результате указанной работы, которая сопровождается их торможением. На фоне сильнейшего возбуждения двигательных центров и анаэробной мощности выполняемой работы в скоростно-силовом режиме нарастает концентрация недоокисленных продуктов, что в конечном итоге снижает активность нервных центров, влияющих на гликолитические двигательные единицы мышечных структур. При этом анаэробный гликолиз развивается медленно и концентрация лактата в работающих мышцах незначительна. Выхода продуктов обмена в кровь за это короткое время почти не происходит и влияние вегетативных сдвигов в картине утомления практически отсутствует.

Известно, что при субмаксимальных и длительных выполняемых физических нагрузках сократительная способность смешанных двигательных единиц существенно снижается. При этом зону сокращения мышц, когда уменьшается ее сократительная способность, считают не только зоной активной недостаточности, но предвестником мышечного утомления. Следовательно, физиологический механизм формирования утомления при физической работе субмаксимальной интенсивности напрямую зависит от взаимодействия центральной нервной системы с вегетативными показателями, обеспечивающими анаэробную и аэробную работу спортсмена.

Спортивный стресс обладает признаками как эндогенного (обусловленного метаболическими нарушениями), так и экзогенного (связанного с интенсивностью физических нагрузок, эмоциональным напряжением перед соревнованиями) стресса. При психоэмоциональном стрессе коррекция механизмов адаптации осуществляется на уровне микроциркуляции, где они формируются. Включаются как кататоксические, так и синтоксические программы адаптации, при этом продукты метаболизма участвуют в их формировании. Лимбико-ре-

тикулярная структура мозга, часть неокортекса, промежуточный мозг, ретикулярная формация среднего мозга являются морфофункциональной основой эмоциональных реакций и стресса. Между этими структурами установлены круговые (циклические) взаимодействия. При этом высокочувствительный к гуморальным факторам гипоталамус выполняет триггерную, пусковую роль в организации мотивационного и эмоционального возбуждения. Ограничителем стрессовой реакции, тормозящим запуск стрессорного повреждения при действии факторов внешней и внутренней среды, является ГАМКергическая система. Ее включение зависит от фертильных факторов, обеспечивающих функционирование гипоталамо-гипофизарно-репродуктивной системы. Происходит активация ГАМКергической системы с запуском синтоксических программ адаптации, холинергических, антиоксидантных и противосвертывающих механизмов крови с явлениями иммуносупрессии. Известны экзогенные и эндогенные синтоксины (ацетилхолин,  $\alpha_2$ -микроглобулин фертильности, трофобластический- $\beta_1$ -гликопротеид, фитоэксдистерон, плацентарный лактоген человека) и кататоксины (плацентарный  $\alpha_1$ -микроглобулин, норадреналин, гидрокортизон и эстрон).

Психологические проявления внутриличностного конфликта трансформируются в клиническую симптоматику. Сдерживание и торможение эмоций рассматривается как фактор риска для здоровья в целом, а хронические формы сдерживания — как стрессор, воздействующий на функциональные системы организма [4].

Для оптимизации действия лекарственных препаратов и биологически активных растительных веществ используется способ локального транскутанного (чрескожного) их проведения. Применяются технологии транскутанного проведения лекарственных препаратов, например лазерофореза, как способа проведения сложных биологически активных веществ во внутренние среды организма при помощи лазерного излучения низкой интенсивности через активацию трансмембранного механизма переноса биологически значимых веществ [5, 6]. Применение серотонина обусловлено его участием в процессах регуляции через ГАМК-допаминаргическую систему. В управлении системами жизнедеятельности организма значимы процессы, происходящие в этой системе через известные эффекты опиоидных пептидов, высвобождение которых возможно при транскраниальной электростимуляции (ТЭС). Имеются сведения о потенцировании эффекта ТЭС аминалоном, использованием клеточных технологий при лечении психоэмоционального стресса у научных работников, при профессиональном стрессе, у спортсменов, при психопатологии [7—10].

Цель исследования — определить возможность предупреждения развития психоэмоционального стресса с помощью воздействия ТЭС в сочетании с лазерофорезом серотонина.

## Методы

### Дизайн исследования

Клиническое неконтролируемое простое слепое исследование носит характер интервенционного (новая комбинация ТЭС и серотонина, вводимого методом лазерофореза). Исследование многоцентровое (задействовано 3 учреждения) проспективное.

### Критерии соответствия

В основную группу были включены 96 человек: 78 (81,3%) мужчин и 18 (18,7%) женщин. Средний возраст мужчин —  $20,4 \pm 1,7$  года, женщин —  $19,2 \pm 2,1$  года.

В контрольную группу вошли 37 спортсменов: 23 (62,2%) мужчины и 14 (37,8%) женщин. Средний возраст мужчин —  $21,1 \pm 1,8$  года, женщин —  $18,7 \pm 1,5$  года.

*Критерии включения:* прохождение профилактического медицинского осмотра.

*Критерии исключения:* острые заболевания, обострение хронических заболеваний, прием седативных препаратов.

### Условия проведения

Исследование проводили на базе ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина» (Москва) и Медицинского института ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» в условиях лабораторных системных механизмов спортивной деятельности.

### Продолжительность исследования

Продолжительность исследования каждого человека — 14 дней. Общая продолжительность работы — 2016—2018 гг.

### Описание медицинского вмешательства

Лазерофорез серотонина проводили с помощью устройства Матрикс по известной методике [11, 12]. Использовали раствор серотонина для внутривенного и внутримышечного введения по 10 мг в ампуле, расход препарата — 1 ампула на 5 человек. Воздействие ТЭС осуществляли при наложении электродов аппарата Магنون-ДКС (регистрационное удостоверение №ФСР 2011/11238 от 07.12.15). Использование аппарата Магنون-ДКС в динамическом режиме, т.е. осуществление автоматического изменения параметров воздействия во время проведения процедуры по заранее заложенной программе обеспечивает получение требуемых динамических процессов функционирования центральной нервной системы, что повышает эф-

фективность проводимых процедур на 40% и сокращает время их проведения на 30% [13].

### Основной исход исследования

Оценка психологического статуса до и после коррекции проявлений психоэмоционального стресса.

### Методы регистрации исходов

Для регистрации исходов использовали Госпитальную шкалу тревоги и депрессии (The Hospital Anxiety and Depression scale — HADS), определяли HADS-A (тревога) и HADS-B (депрессия), опросник САН (самочувствие, активность, настроение), индекс межсистемной согласованности сердечно-сосудистой и респираторной систем (индекс Хильдебрандта). Тестирование по методике Спилберга—Ханина проводили с применением двух бланков: один бланк для измерения показателей ситуативной тревожности, а второй — для измерения уровня личностной тревожности.

### Этическая экспертиза

Пациенты, принимающие участие в исследовании, были полностью осведомлены о его целях, методах и ожидаемых результатах. Все обследования, лечебные и диагностические манипуляции проводили по показаниям с учетом всех имеющихся противопоказаний. Предварительно пациенты получили полную информацию о проводимых обследованиях, лечебных и диагностических манипуляциях с использованием специальной аппаратуры. Проводимые исследования были одобрены комитетом по биоэтике Медицинского института ФГБОУ ВО «Тулский государственный университет» (протокол заседания №7 от 10.04.16).

### Статистическая обработка

Для статистической обработки данных использовали непараметрический *U*-критерий Манна—Уитни с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0 for Windows. Статистически значимыми различия считали при  $p \leq 0,05$  [14].

Критерий Вилкоксона—Мак-Уитни:

$$U = n_1 \cdot n_2 + \frac{n_x \cdot (n_x + 1)}{2} - T_x.$$

## Результаты

### Участники исследования

Для участия в исследовании были приглашены 133 человека со спортивной квалификацией от 2-го спортивного разряда до мастера спорта, занимавшихся тяжелой атлетикой и атлетической гимнастикой. У спортсменов основной группы ( $n=96$ ) оценивали психологический статус до и после ТЭС в сочетании с лазерофорезом серотонина, проводимых в течение 14 дней. В контрольной группе ( $n=37$ ) также было проведено изучение психологического статуса. В течение 14 дней у них применяли режим щадящего покоя. И в основной, и в контрольной группах тренировки не проводили.

### Основные результаты исследования

При анализе жалоб установлено, что повышенная истощаемость наблюдалась у 92,4% обследуемых, снижение умственной и физической работоспособности — у 96,6%, психосоматические проявления (колебания артериального давления, головные боли, кардиалгии и др.) — у 93,5%, повышенная раздражительность — у 96,4%, снижение уровня естественных влечений — у 87,6%, расстройство сна — у 84,8%, сенестопатии — у 59,7%, метеолабильность — у 70,1%, гипергидроз — у 62,4%. Эти результаты соответствуют сведениям, установленным для стрессовых расстройств.

После проведения лазерофореза серотонина и ТЭС в основной группе отмечено достоверное уменьшение количества регистрируемых симптомов на  $18,6 \pm 3,5\%$  ( $p < 0,05$ ).

Положительная динамика наблюдалась при оценке психологического статуса до и после лечения (табл. 1, 2).

### Обсуждение

Таким образом, двухнедельный курс воздействия ТЭС и лазерофореза серотонина у пациентов основной группы обеспечивает более быструю стабилизацию психологического статуса, чем в контрольной группе. Программы адаптации (синтоксические и кататоксические) через систему нейротрансмиттеров вегетативной нервной системы (ацетилхолина, серотонин и др.) осуществ-

Таблица 1. Оценка психологического статуса у пациентов основной группы ( $n=96$ ) через 14 дней лечения ( $M \pm m$ )

Table 1. The assessment of the psychological status in the patients of the main group ( $n=96$ ) 14 days after the treatment ( $M \pm m$ )

Показатель	До лечения	После лечения	<i>p</i>
Индекс Хильдебрандта	5,76±0,45	8,34±1,37	<0,05
Личностная тревожность, баллы	33,25±0,33	23,61±0,43	<0,05
Реактивная тревожность, баллы	31,22±0,52	23,11±0,76	<0,05
Опросник САН, баллы	4,29±0,06	5,81±0,01	<0,05
HADS-A, баллы	8,73±1,29	5,32±0,14	<0,05
HADS-B, баллы	5,86±0,13	3,43±0,02	<0,05

**Таблица 2. Оценка психологического статуса у спортсменов контрольной группы (n=37) через 14 дней пассивного отдыха (M±m)**  
**Table 2. The assessment of the psychological status in the patients of the main group (n=37) 14 days after the passive rest (M±m)**

Показатель	До отдыха	После отдыха	p
Индекс Хильдебрандта	5,31±0,44	6,73±1,53	>0,05
Личностная тревожность, баллы	31,88±0,61	33,27±0,57	>0,05
Реактивная тревожность, баллы	29,29±0,44	28,23±0,76	>0,05
Опросник САН, баллы	4,32±0,29	5,26±0,23	>0,05
HADS-A, баллы	8,24±1,22	6,34±0,51	>0,05
HADS-B, баллы	5,84±0,16	4,91±0,11	>0,05

влияют контроль жизнедеятельности при участии эндокринной системы, минерального обмена, обмена метаболитов. Центральные механизмы регуляции осуществляются взаимодействием ГАМК-допамиnergической системы через серотонинергические и опиоидергические механизмы.

## Заключение

ТЭС в сочетании с лазерофорезом серотонина является значимым дополнением базисной терапии психоэмоционального стресса у спортсменов, что обеспечивает коррекцию его симптоматики, вызванной эндогенными и экзогенными причинами.

## Дополнительная информация

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источники финансирования.** ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина» (Москва).

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования: Н.А. Фудин; сбор и обработка материала: С.В. Москвин; анализ полученных данных, написание текста: А.А. Хадарцев.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Меерсон Ф.З., Пшеничкова М.Г., Кузнецова Б.А., Радзиевский С.А., Воронцова Е.Я. Развитие адаптации к стрессу в результате курса транскраниальной электростимуляции. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1994;1:16-18. [Meerson FZ, Pshennikova MG, Kuznetsova BA, Radzievskiy SA, Vorontsova EYa. Development of adaptation to stress as a result of a course of transcranial electrostimulation. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 1994;1:16-18. (In Russ.)].
- Фудин Н.А., Троицкий М.С., Атлас Е.Е. Спортивный стресс, как проблема (обзор литературы). В сборнике: *Перспективы вузовской науки: к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области (сборник трудов)*. Часть III. Тула. 2016;36-38. [Fudin NA, Troickiy MS, Atlas EE. Sports stress as a problem (literature review). In the collection: *Prospects of higher education: to the 25th anniversary of the University medical education and science of the Tula region (collected works)*. Part III. Tula. 2016;36-38. (In Russ.)].
- Фудин Н.А., Еськов В.М., Филатова О.Е., Зилов В.Г., Борисова О.Н., Козлова В.В. Утомление человека при статической и динамической физической нагрузке и механизмы адаптации. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2015;1:2-2. [Fudin NA, Es'kov VM, Filatova OE, Zilov VG, Borisova ON, Kozlova VV. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2015;1:2-2. (In Russ.)]. Ссылка активна на 19.01.15. Доступно по: <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-1/5064.pdf>
- Гладких П.Г., Токарев А.Р., Филонов К.П., Митюшкина О.А. Реабилитационно-оздоровительные технологии в публикациях тульской научной школы (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2016;3:8-4. [Gladkih PG, Tokarev AR, Filonov KP, Mityushkina OA. Rehabilitation and health technologies in publications of Tula scientific school (literature review). *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2016;3:8-4. (In Russ.)]. Ссылка активна на 26.09.16. Доступно по: <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/8-4.pdf>
- Наумова Э.М., Хадарцева К.А., Беляева Е.А., Паньшина М.В. Критерии сочетанного применения медикаментозных и немедикаментозных методов лечения в клинической практике Тульской и Сургутской научных школ (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2016;2:8-5. [Naumova EM, Hadarceva KA, Belyaeva EA, Pan'shina MV. Criteria of combined application of medicamentous and non-drug methods of treatment in clinical practice of Tula and Surgut scientific schools (literature review). *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2016;2:8-5. (In Russ.)]. Ссылка активна на 10.06.16. Доступно по: <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/8-5.pdf> <https://doi.org/10.12737/20082> <https://doi.org/>
- 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)*. Часть III. Тула. 2016. [Troickiy MS, Tokarev AR, Gladkih PG. Possibilities of correction of psycho-emotional stress (a brief review of the literature). In the collection: *Prospects of University science: the 25th anniversary of University medical education and science of the Tula region (collected works)*. Part III. Tula. 2016. (In Russ.)].
- Гладких П.Г., Токарев А.Р., Купеев В.Г. Транскраниальная электростимуляция в сочетании с аминалоном при психоэмоциональном стрессе (краткое сообщение). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2017;4:2-8. [Gladkih PG, Tokarev AR, Kupreev VG. Transcranial electrical stimulation in combination with linalool for eliminating psycho-emotional stress (short message). *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2017;4:2-8. (In Russ.)]. Ссылка активна на 21.11.17. Доступно по: <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-8.pdf>
- Парахонский А.П., Рубцовенко А.В. Транскраниальная электростимуляция защитных механизмов мозга. *Современные наукоемкие технологии*. 2008;2:75. [Parahonskiy AP, Rubcovenko AV. Transcranial electrical stimulation of protective mechanisms of the brain. *Modern science-intensive technologies*. 2008;2:75. (In Russ.)].
- Транскраниальная электростимуляция. *Экспериментально-клинические исследования*. Сборник статей в 2 т. Т. 1. Под ред. Лебедева В.П. 2-е изд. СПб. 2005;528. [Transcranial electrical stimulation. *Experimental and clinical studies*. Collected articles in 2 volumes. T. 1. Ed by Lebedev V.P. SPb. 2005;528. (In Russ.)].
- Транскраниальная электростимуляция. *Экспериментально-клинические исследования*. Сборник статей в 2 т. Т. 2. Под ред. Лебедева В.П. 2-е изд. СПб. 2005;523. [Transcranial electrical stimulation. *Experimental and clinical studies: collected articles in 2 volumes*. T. 2. Ed by Lebedev V.P. SPb. 2005; 523. (In Russ.)].
- Москвин С.В., Кончугова Т.В. Обоснование применения лазерофореза биологически активных веществ. *Вопросы курортологии, физио-*

- терапии и лечебной физической культуры. 2012;5:57-63. [Moskvin SV, Konchugova TV. The rationale for the use of laserforce biologically active substances. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2012;(5):57-63. (In Russ.)].
12. Москвин С.В., Рязанова Е.А. Лазерофорез гиалуроновой кислоты и объективные методы контроля его эффективности. *Лазерная медицина*. 2012;16(1):42-45. [Moskvin SV, Ryazanova EA. Literatures hyaluronic acid and objective methods of monitoring its effectiveness. *Laser medicine*. 2012;16(1):42-45. (In Russ.)].
  13. Иванов Д.В., Хадарцев А.А., Фудин Н.А. Клеточные технологии и транскраниальная электростимуляция в спорте. *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2017;4:2-24. [Ivanov DV, Hadartsev AA, Fudin NA. Cellular technologies and transcranial electrostimulation in sport. *Journal of New Medical Technologies, e-edition*. 2017;4:2-24. (In Russ.)]. Ссылка активна на 14.12.17. Доступно по: <https://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-24.pdf> [https://doi.org/10.12737/article\\_5a38d3425cbcd3.24947719](https://doi.org/10.12737/article_5a38d3425cbcd3.24947719)
  14. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. М.: МедиаСфера; 2003. [Rebrova OYu. Statistical analysis of medical data. Application of Statistica application software package. М.: Mediasphere; 2003. (In Russ.)].

**ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:**

\*Хадарцев Александр Агубечирович, д.м.н., профессор [Aleksandr A. Khadartsev, MD, PhD]; адрес: Россия, 300028, Тула, ул. Смидович, 12 [address: 12 Smidovich str., 300028 Tula, Russia]; <https://orcid.org/0000-0002-6507-5877>; eLibrary SPIN: 6193-7543; e-mail: medins@tsu.tula.ru  
 Фудин Николай Андреевич, д.б.н., профессор [Nikolay A. Fudin, doctor of biology, PhD]; eLibrary SPIN: 7319-8537; e-mail: n.fudin@mail.ru  
 Москвин Сергей Владимирович, д.б.н. [Sergey V. Moskvin, doctor of biology]; <https://orcid.org/0000-0002-1503-0742>; eLibrary SPIN: 1373-5819; e-mail: 7652612@mail.ru

**ИНФОРМАЦИЯ**

Рукопись получена: 06.04.18. Одобрена к публикации: 11.12.18.

**КАК ЦИТИРОВАТЬ:**

Фудин Н.А., Хадарцев А.А., Москвин С.В. Транскраниальная электростимуляция и лазерофорез серотонина у спортсменов при сочетании утомления и психоэмоционального стресса. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2019;96:1:37-42. <https://doi.org/10.17116/kurort20199601137>

**TO CITE THIS ARTICLE:**

Fudin NA, Khadartsev AA, Moskvin SV. Transcranial electrostimulation and serotonin laser phoresis in the athletes experiencing a combined effect of fatigue and psycho-emotional stress. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2019;96(1):37-42. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/kurort20199601137>