

*На правах рукописи*

**Роголева Людмила Геннадьевна**

**ВЛИЯНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ НА  
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ,  
ЗАНИМАЮЩИХСЯ БОРЬБОЙ И СИЛОВЫМИ ВИДАМИ СПОРТА**

03.03.01 – физиология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Томск – 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта» Министерства спорта Российской Федерации

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор  
**Корягина Юлия Владиславовна**

**Официальные оппоненты:**

Бердичевская Елена Маевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой физиологии ФГБОУ ВПО "Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма", Министерства спорта РФ

Быков Евгений Витальевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины и физической реабилитации ФГБОУ ВО «Уральский государственный университет физической культуры», Министерства спорта РФ

**Ведущая организация:**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия физической культуры» Министерства спорта РФ

Защита диссертации состоится «\_\_\_»\_\_\_\_\_ 2016 г. в 9.00 часов на заседании диссертационного совета Д208.096.01 при ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России по адресу: 634050, г. Томск, Московский тракт, 2

С диссертацией можно ознакомиться в научно-медицинской библиотеке ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России и на сайте [http:// www.ssmu.ru](http://www.ssmu.ru)

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Петрова Ирина Викторовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Проблема адаптации организма человека в условиях напряженной мышечной деятельности продолжает оставаться наиболее значимой (Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г., 1988; Платонов В.Н., 2005, 2010; Солодков А.С., 1998-2006; Фудин Н.А., 2013; Wilmore J.H., Costill D.L., 2007; Costill D. L., Wilmore J. H., Kenney W. L., 2012). Экстремальные физические и психоэмоциональные нагрузки в значительной степени затрудняют процессы адаптации, восстановления организма. Ряд авторов утверждают, что до сих пор остаются неразработанными средства ускоренного восстановления после больших тренировочных нагрузок (Эрлих В.В. с соавт., 2011; Сентябрьев Н.Н., 2010; Корягина Ю.В. с соавт., 2013; Солопов И.Н. с соавт., 2014; Аикин В.А., Корягина Ю.В., 2014).

В настоящее время известен большой арсенал фармакологических средств, оказывающих влияние на различные функции организма, способствующих повышению работоспособности спортсмена. В то же время применение многих из них ограничено из-за побочных эффектов, или наличия их в списке запрещенных субстанций и методов ВАДА, поэтому возникает необходимость использования разнообразных способов немедикаментозного воздействия.

В связи с тем, что основной системой, лимитирующей спортивную работоспособность и играющей ведущую роль в процессах утомления, является нейрогуморальная система, в последнее время в мировой науке и практике растет интерес к методам, влияющим непосредственно на нее. В частности, это транскраниальные методы – воздействия электрическими токами различных характеристик либо магнитным полем через кожные покровы головы (Лебедев В.П., Сергиенко В.И., 2005; Лебедев В.П., 2009; Guleyuroglu B., 2013).

Наиболее апробированным и широко используемым во всем мире в настоящее время является метод транскраниальной электростимуляции импульсным током, называемый собственно транскраниальной электростимуляцией (ТЭС) (Лебедев В.П., Сергиенко В.И., 2005; Лебедев В.П., 2009). ТЭС является методом, в отношении которого экспериментально доказана его способность неинвазивно, селективно и строго дозировано активировать работу структур, продуцирующих эндогенные опиоидные пептиды (ЭОП). ТЭС избирательно активирует структуры ЭОП мозга, продуцирующие  $\beta$ -эндорфин, серотонин и некоторые другие нейротрансмиттеры, с помощью импульсного электрического воздействия, подаваемого через головные накожные электроды. ЭОП попадают в спинномозговую жидкость, а затем в кровь и оказывают нормализующее воздействие на ряд нарушенных функций организма, не влияя на нормально протекающие процессы (Лебедев В.П., 2005).

**Степень разработанности темы исследования.**

К настоящему времени в медицине достоверно установлены и систематизированы основные лечебные эффекты ТЭС: нормализация психофизиологического статуса, купирование болевых синдромов (Semёnov, F.V. et al., 2012), нормализация артериального давления (Зюзина Н.А. с соавт., 2009), стимуляция процессов репарации, метаболизма, иммунитета (Вавилова В.П., 2009). Данные о применении ТЭС в спортивной практике единичны. В ряде исследований ученые применяли ТЭС для коррекции психофизиологического статуса спортсменов (Сеин О.Б., 2008; Виноградова О.Л., 2009), гемодинамики дзюдоистов после физических нагрузок (Сеин О.Б., 2009), вегетативных изменений у атлетов циклических видов спорта (Гувакова И.В. 2010, 2013), а также для повышения физической работоспособности единоборцев (Гаманилина М.А., 2008). Однако остаются недостаточно обоснованными физиологические механизмы воздействия ТЭС на функциональное состояние организма при восстановлении после тренировочных и соревновательных нагрузок, не разработана методика применения в зависимости от требований, предъявляемых видом спорта.

**Гипотеза исследования:** предполагается, что применение транскраниальной электростимуляции путем оптимизации функционального состояния организма повысит адаптационные возможности организма и работоспособность спортсменов.

**Цель работы:** изучить влияние однократного и курсового воздействия транскраниальной электростимуляции на организм борцов и спортсменов силовых видов спорта.

**Задачи исследования:**

1. Изучить влияние сеанса транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние регуляторных систем и психофизиологические показатели спортсменов силовых видов спорта в покое и после соревновательной нагрузки.

2. Определить влияние сеанса транскраниальной электростимуляции на работоспособность и функциональное состояние борцов при выполнении специальной стандартной нагрузки.

3. Исследовать влияние курсового воздействия транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние борцов и пауэрлифтеров.

**Научная новизна работы.** Впервые представлены данные о влиянии транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние нервной и сердечно-сосудистой систем организма борцов и спортсменов силовых видов спорта, а так же специальную работоспособность борцов.

Показано, что сеанс транскраниальной электростимуляции, как в состоянии покоя, так и после соревновательной нагрузки способствует оптимизации механизмов вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы и ускорению восстановления психофизиологических показателей после соревновательного стресса.

Выявлено повышение специальной работоспособности при выполнении стандартной специфической нагрузки и ускорение процессов срочного восстановления у борцов после однократного применения ТЭС.

Установлены эффекты курсового применения ТЭС, связанные с оптимизацией функционального состояния мозга, заключающиеся в синхронизации ЭЭГ ритмов головного мозга, увеличении скорости простых и сложных сенсомоторных реакций, повышении психической работоспособности борцов и пауэрлифтеров.

Курс из 10 сеансов ТЭС у пауэрлифтеров и борцов повышает экономичность сердечной деятельности и функциональные резервы вегетативной нервной системы, независимо от исходного типа вегетативной регуляции.

Определен характер изменений церебральной гемодинамики и гемодинамики дистальных отделов нижних конечностей спортсменов после курсового воздействия ТЭС. У пауэрлифтеров курс ТЭС оказывает преимущественное влияние на средние и мелкие сосуды вертебробазиллярного бассейна, у борцов – на сосуды бассейна внутренней сонной артерии. Отмечено преимущественное улучшение кровообращения у пауэрлифтеров в сосудах микроциркуляторного русла и у борцов – в артериальном звене кровообращения дистальных отделов нижних конечностей.

Показана гомеостатическая направленность курса ТЭС на биоэлектрическую активность головного мозга, механизмы вегетативной регуляции, а также регионарную гемодинамику спортсменов.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты проведенного исследования дополняют знания по физиологии спорта в разделах физиологические аспекты адаптации к физическим нагрузкам, физиологическая характеристика ациклических и ситуационных видов спорта, физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности. Установленные в работе данные о влиянии транскраниальной электростимуляции на физиологические и психофизиологические механизмы адаптации организма спортсменов к физическим нагрузкам дополняют знания по общей физиологии в разделах физиология сердечно-сосудистой системы и высшей нервной деятельности, расширяют современные представления о механизмах адаптации функциональных систем организма человека к факторам внешней среды.

Полученные знания позволяют разработать и внедрить неинвазивную, немедикаментозную методику повышения адаптационных возможностей и работоспособности спортсменов в тренировочный процесс. Использование разработанной методики позволит повысить специальную работоспособность, предотвратить состояния перенапряжения, способствовать ускорению процессов восстановления после нагрузок.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: на 17 Международном научном конгрессе Олимпийский спорт и спорт для всех (КНР, Пекин, 2013);

18 Ежегодном Конгрессе Европейского колледжа спортивной науки (Испания, Барселона, 2013); Всероссийской научно-практической конференции «Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений» (Омск, 2013; 2014); Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов, соискателей и студентов «Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и Олимпизма» (Омск, 2013); Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии» (Кемерово, 2014); II Международной научно-практической конференции «Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам» (Казань, 2014); 18 Международном научном конгрессе Олимпийский спорт и спорт для всех (Казахстан, Алматы, 2014); II Всероссийской отраслевой научной Интернет-конференции преподавателей спортивных вузов «Традиции и инновации в системе подготовки спортсменов и спортивных кадров» (Москва, 2014; 2 место); XVII Всероссийском фестивале студентов вузов физической культуры (Санкт-Петербург, 2014).

Результаты проведенного исследования внедрены в учебный процесс кафедры анатомии, физиологии, спортивной медицины и гигиены СибГУФК и используются для чтения лекций и проведения практических занятий магистрантов направления подготовки 49.04.01 «Физическая культура» профиля «Медико-биологическое сопровождение спорта высших достижений». Результаты проведенного исследования внедрены в процесс спортивной подготовки борцов и спортсменов силовых видов спорта на кафедре теории и методики силовых видов спорта и единоборств СибГУФК, в тренировочный процесс высококвалифицированных пауэрлифтеров в СДЮСШОР № 33 г. Омска. Материалы исследования представляют интерес для физиологов, спортивных врачей, тренеров, спортсменов, преподавателей, студентов.

Работа выполнена в соответствии с направлением 02. «Научные основы спорта высших достижений (Человек в экстремальных условиях двигательной деятельности)» сводного плана НИОКР Министерства спорта РФ.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Применение сеанса ТЭС у борцов и спортсменов силовых видов спорта способствует оптимизации механизмов вегетативной регуляции и ускорению восстановления психофизиологических показателей после соревновательного стресса.
2. Сеанс ТЭС способствует повышению специальной работоспособности и ускорению процессов срочного восстановления у борцов при выполнении стандартной нагрузки.
3. Курс из 10 сеансов ТЭС у борцов и пауэрлифтеров способствует оптимизации функционального состояния головного мозга и деятельности сердечно-сосудистой системы, в частности

центральной, церебральной гемодинамики, гемодинамики нижних конечностей.

4. Курс из 10 сеансов ТЭС у борцов и спортсменов силовых видов спорта имеет гомеостатическую направленность, восстанавливая отклонения показателей функции организма: биоэлектрической активности головного мозга, вегетативной регуляции ритма сердца, периферической гемодинамики.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из введения, обзора литературы, главы с описанием методов и организации исследования, трех глав результатов собственных исследований, обсуждения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, приложений. Работа изложена на 137 страницах, содержание работы иллюстрируют 35 рисунков и 20 таблиц. Список литературы включает 183 наименования, из которых 35 – зарубежных авторов.

### **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Всего в работе было обследовано 82 человека. Квалификация спортсменов – кандидат в мастера спорта (n=52) и мастер спорта (n=30). Все спортсмены мужского пола, средний возраст  $20,57 \pm 0,21$  лет.

Для решения поставленных задач проводили несколько этапов исследования с помощью методов, представленных в табл. 1. Транскраниальную электростимуляцию (ТЭС) осуществляли с помощью клинического аппарата «ТРАНСАИР-05», импульсным биполярным током от 1 до 3 мА, частота 77,5 Гц, расположение электродов лобно-мастоидальное, однократный сеанс длительностью 20 мин, курсовое воздействие ТЭС: 10 ежедневных процедур длительностью 30 мин.

В исследовании влияния сеанса ТЭС в покое и в процессе соревновательной деятельности пауэрлифтеров для исследования функционального состояния нервной системы и вегетативной регуляции применяли психофизиологическое тестирование (определение времени простой и сложной сенсомоторной реакции, избирательность, устойчивость, переключаемость внимания, психическую работоспособность) и анализ variability сердечного ритма (ВСР).

В исследовании влияния сеанса ТЭС на специальную работоспособность борцов применяли комплексный тест специальной работоспособности В.Ф. Бойко (2004) с вычислением индекса выносливости. Для оценки процессов срочного восстановления после стандартной нагрузки борцов использовали анализ ВСР, показатели ЧСС, артериального давления, зарегистрированные на 1, 5, 10 мин срочного восстановления, расчет показателей центральной гемодинамики (ударный объем сердца, минутный объем кровообращения, двойное произведение).

Эффекты курсового воздействия ТЭС на функциональное состояние нервной системы спортсменов оценивали по динамике биоэлектрической

активности головного мозга (ЭЭГ), психофизиологических показателей. Влияние курса ТЭС на вегетативную регуляцию оценивали по анализу ВСР, на регионарную гемодинамику головного мозга и нижних конечностей по показателям реоэнцефалографии и реовазографии, отведение голень-стопа.

Таблица 1

Методы исследования и используемое оборудование

Методы исследования функционального состояния	Аппаратура
Вариабельность ритма сердца (ВСР)	АПК«Нейролаб» АПК«Полиспектр» (Нейрософт)
Регионарная гемодинамика: реоэнцефалография, реовазография (отведение голень-стопа)	Реографический комплекс «Рео-спектр» (Нейрософт)
Биоэлектрическая активность головного мозга: электроэнцефалография	Компьютерный комплекс «Нейрон-Спектр-3» (Нейрософт)
Психофизиологические тесты	АПК «Спортивный психофизиолог»
Исследование специальной работоспособности и процесса срочного восстановления	Комплексный тест специальной работоспособности В.Ф. Бойко (2004) с вычислением индекса выносливости, пульсометрией, тонометрией, анализом ВСР
<p>Статистическая обработка производилась на компьютере IBM Pentium IV с помощью пакетов программ Microsoft Excel 2003 и Statistica. Проверка на нормальность распределения измеренных переменных проводилась по критерию Shapiro-Wilk, для параметрических показателей вычислялась средняя арифметическая величина, среднее квадратичное отклонение и ошибка репрезентативности, непараметрические показатели представлены в виде медианы, первого и третьего квартилей, использовали критерии Вилкоксона и Манна-Уитни, многомерный статистический метод: факторный анализ.</p>	

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Влияние сеанса транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние организма спортсменов силовых видов спорта

Исследование влияния сеанса ТЭС на функциональное состояние организма спортсменов силовых видов спорта в покое показало следующее. Показатели ЧСС основной группы (ОГ) и контрольной группы (КГ) до сеанса достоверно не отличались и находились в пределах нормы для здоровых людей. Проведение сеанса ТЭС в ОГ привело к снижению ЧСС с  $70,8 \pm 2,2$  до  $65,6 \pm 4,2$  уд/мин, а в КГ имитация сеанса ТЭС сопровождалась повышением ЧСС с  $75,5 \pm 2,9$  до  $77 \pm 3,8$  уд/мин. Из показателей ВСР различия

( $p \leq 0,05$ ) выявлены по индексу напряжения (ИН): в ОГ он снизился после сеанса ТЭС с  $145,8 \pm 21,2$  у.е. до  $45,6 \pm 17,4$  у.е., в КГ после имитации ТЭС снизился с  $134,2 \pm 6,2$  у.е. до  $99,3 \pm 8,3$  у.е.

Показатели простой и сложной сенсомоторной реакции, а так же показатели эффективности работы в тесте Шульте у спортсменов обеих групп практически не изменились, из чего можно заключить, что однократный сеанс ТЭС не оказывает выраженного влияния на психофизиологические показатели в условиях покоя. Следовательно, однократное использование ТЭС в тренировочной деятельности спортсменов силовых видов спорта можно применять для оптимизации механизмов вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы.

Использование сеанса ТЭС после соревновательной нагрузки имело значительное влияние на функциональное состояние пауэрлифтеров. Изменения предсоревновательных показателей ВСР, относительно фоновых, определенных за неделю до соревнований, связаны в первую очередь с предстартовым функциональным состоянием спортсменов, с мобилизацией сердечно-сосудистой системы для обеспечения работы в условиях соревновательного стресса (табл. 2). Анализ распределения спектральных компонентов ВРС до соревнований у пауэрлифтеров показал следующее соотношение  $LF > HF > VLF$  (КГ – 48: 39: 13 и ОГ – 44: 42: 14), что также говорит о высокой симпатической активности ВНС.

Таблица 2

Динамика показателей variability сердечного ритма у спортсменов контрольной (КГ) и основной (ОГ) групп (Me, Qb; Qs)

Показатели ВСР	Основная группа, n=10			Контрольная группа, n=8		
	1			2		
	до соревнований	после соревнований	после ТЭС	до соревнований	после соревнований	через 20 мин.
ЧСС, уд/мин	102,4(90,2; ;115,4)	114,5(101, 8;120,7) *	98,9(87,2; 107,5)*	96,1(67, 3;111)	99,1 (93,0;114, )°	96,7(75,1; 101,8)°
R-Rcp, мс	590,5(520; 665)	524,5 (497;590) *	607 (558;688) *	624 (542; 891)	605 (525;645) )°	743 (639;799)°
R- Rmin, мс	545 (466;601)	477 (463;519) *	537 (507;590) *	522 (520;702 )	558 (474;607 )°	634 (548;720)°
R- Rmax, мс	703 (605;800)	585,5 (535;661) *	730,5 (688;835) *	747 (572;105 9)	665 (614;715 )	873 (720;952)
SDNN, мс	31,5 (27;44) ^	18,5 (14;28)^	33,5 (27;42)	48 (11;81)	23 (22;32)	40 (35;47)
ИН, у.е.	241,1(140;	601,3	195,3	137,2	382,5(35	431,6

	401,3)	(359,5;691,9) ^	(146,5;329,5) ^1	(41,1;1391)	7,5;496,3)	(383,6;519,7) ^2
Коэф. Вар %	5,4 (4,4;6,5)	3,5 (2,7;4,9)	5,6 (4,5;6,1) <sup>1</sup>	7,6 (2,0; 9)	3,8 (3,4;6,2)	4,5 (4,0;5,2) ^2
Мо, мс	575 (525;625)	525 (475;575) <sup>o</sup>	600 (575;675) <sup>o</sup>	625 (525; 825)	625 (525;625) ^	775 (625;775) ^
АМо, %	52,5(48,0; 71,3)	57,8 (51,5; 72,3)	49,3 (46,0; 53,5)	38,6 (24,2; 76)	52,5(51, 5;67,3) <sup>o</sup>	45,0 (42,0;51,0) <sup>o</sup>

Примечание: в таблице отражены достоверные различия при внутригрупповом и межгрупповом сравнении; \* - достоверность различий при  $p \leq 0,005$ ; ^ - достоверность различий при  $p \leq 0,05$ ; ° - достоверность различий при  $p \leq 0,01$ ; <sup>1</sup> и <sup>2</sup> - достоверность различий между ОГ<sup>1</sup> и КГ<sup>2</sup>. Между ОГ и КГ до соревнований и после различия не достоверны.

После соревнований у спортсменов отмечается закономерное снижение текущего функционального состояния организма (табл. 2). В процессе срочного восстановления после соревновательной нагрузки изменения показателей ВСР отмечались как в КГ, так и в ОГ (табл. 2).

Различия между КГ через 20 минут после соревнований и ОГ после ТЭС выявлены по значениям индекса напряжения ( $p \leq 0,05$ ) – показателя ВСР, отличающегося очень высокой чувствительностью к усилению тонуса симпатической нервной системы и коэффициента вариации ( $p \leq 0,05$ ) – показателя ВСР, отражающего уровень вагусной регуляции ритма сердца. После ТЭС в ОГ соотношение компонентов спектра было следующим: (LF>HF>VLF) 47: 41: 12, а в КГ через 20 минут после соревнований – 52: 36: 12, что свидетельствует о большей степени напряжения регуляторных систем у КГ по сравнению с ОГ.

При анализе психофизиологических показателей до соревнований в ОГ и КГ выявлены нормальные значения времени простых и сложных сенсомоторных реакций. Соревновательный стресс приводил к снижению функционального состояния ЦНС, проявляющемуся в увеличение времени простых сенсомоторных действий в обеих группах. После сеанса ТЭС в ОГ улучшилось время простой сенсомоторной реакции на свет и звук ( $p \leq 0,05$ ), время сложной сенсомоторной реакции не изменилось, по-видимому, для восстановления сложных реакций необходимо более длительное время. В КГ через 20 минут после соревнований значительных изменений психофизиологических показателей не произошло.

Следовательно, сеанс ТЭС способствовал снижению напряжения регуляторных систем и ускорению восстановления функционального состояния ЦНС после соревновательного стресса.

## **Влияние сеанса ТЭС на специальную работоспособность и срочное восстановление функций сердечно-сосудистой системы нагрузки у борцов**

Анализ предварительного тестирования специальной работоспособности не показал достоверных различий между показателями индекса выносливости (ИВ) спортсменов ОГ ( $0,87 \pm 0,02$  у.е) и КГ ( $0,87 \pm 0,01$  у.е). После сеанса ТЭС, проведенного в основной группе перед тестом специальной работоспособности, показатели ИВ борцов ОГ были достоверно ( $p \leq 0,05$ ) выше и составили  $0,92 \pm 0,03$  у.е., чем КГ  $0,86 \pm 0,01$  у.е.

Исходные показатели АД спортсменов обеих групп достоверно не отличались и находились в пределах нормы для здоровых людей. Показатели систолического АД (САД) на 1 мин восстановления в ОГ ниже, чем в КГ,  $159,4 \pm 2,6$  и  $165,6 \pm 2,0$  мм рт.ст. соответственно, на 5 мин САД ОГ  $141,9 \pm 2,5$  мм рт.ст., КГ  $147,5 \pm 1,6$ . К 10 мин восстановления после нагрузки показатели САД спортсменов обеих групп не отличались и составили 110% исходных.

Диастолическое АД (ДАД) спортсменов ОГ на 1 ( $91,3 \pm 2,5$  мм рт.ст.) и 5 ( $100,0 \pm 2,3$  мм рт.ст.) минутах восстановления достоверно ( $p \leq 0,05$ ) ниже, чем в КГ. К 10 мин восстановления показатели ДАД спортсменов ОГ составили 113 % исходного уровня, КГ 119 %. Преимущественное восстановление ДАД после сеанса ТЭС борцов ОГ способствует улучшению у них функции сосудистого звена кровообращения.

До выполнения нагрузки достоверных различий показателей пульсового давления (ПД) между группами не было, после физической нагрузки показатели ПД ОГ выше исходных, что соответствует адекватной реакции ССС на нагрузку, а в КГ показатели ПД в течение всего периода восстановления ниже исходных, что соответствует гипотоническому типу реакции.

Фоновые показатели ЧСС спортсменов КГ и ОГ до выполнения теста достоверных различий не имели и составили  $64 \pm 1,6$  уд/мин в ОГ и  $68,1 \pm 1,7$  уд/мин в КГ. После теста ЧСС составила  $173,3 \pm 3,1$  уд/мин в ОГ и  $177,1 \pm 3,6$  уд/мин в КГ. На 5 мин восстановления показатели ЧСС у спортсменов ОГ достоверно ниже, чем у спортсменов КГ ( $p \leq 0,05$ ), и составили  $96,0 \pm 4,5$  уд/мин и  $108,0 \pm 1,6$  уд/мин соответственно. На 10 мин восстановления показатели ЧСС исходных не достигли в обеих группах, но в КГ составили 127% от исходных, а ОГ 119%.

Показатели ударного объема сердца (УО) борцов ОГ после физической нагрузки повысились, а КГ - снизились. Показатели МОК после нагрузки увеличились в обеих группах, в КГ за счет учащения ЧСС, а в ОГ за счет увеличения УО.

Величина двойного произведения (ДП) борцов обеих групп до физической нагрузки (ОГ  $75,0 \pm 3,1$  у.е.; КГ  $80,1 \pm 2,7$  у.е.) соответствует среднему уровню функционального состояния миокарда, что характерно для представителей видов спорта не тренирующих выносливость. В процессе восстановления после физической нагрузки показатель ДП борцов на 5 мин

срочного восстановления в ОГ ( $p \leq 0,05$ ) ниже ( $136,8 \pm 8,5$  у.е.), чем в КГ ( $159,5 \pm 4,0$  у.е.), что характерно для экономизации расходования кислорода миокардом.

Сеанс ТЭС, предваряющий нагрузочный тест у борцов ОГ, приводил к возникновению достоверных различий в показателях ВСР (табл. 3), зарегистрированных после нагрузки (ЧСС, средняя и минимальная длительность кардиоинтервалов). При анализе активности гуморального канала регуляции сердечной деятельности (по показателям Мо) нами выявлено увеличение данного показателя ( $p \leq 0,05$ ) борцов ОГ. Показатель ИН спортсменов КГ более чем в 2 раза превысил данный показатель спортсменов ОГ, что указывает на более выраженный у них процесс централизации регуляции сердечного ритма, это сочеталось с достоверными различиями по показателю преобладания парасимпатического звена регуляции над симпатическим (RMSSD) у борцов ОГ (табл. 3).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что сеанс ТЭС, предваряющий физическую нагрузку, повышает специальную работоспособность борцов, снижает физиологическую «цену адаптации» к ней, способствует ускорению восстановления после нагрузки.

Таблица 3

Показатели кардиоинтервалографии борцов ОГ и КГ до и после физической нагрузки (Me, Qb; Qs )

Показатели	ОГ		КГ	
	до	после	до	после
ЧСС, уд.м	61,2 (60,1;66,5)	85,0 (80,3;88,8)*	74,0 (68,4;75,8)	94,5 (90,2;104,5)*
R-Rcp.мс	930 (903; 80)	706 (676;742)*	811 (791;873)	635, (574;647)*
R-Rmin.мс	842 (802;853)	642 (602;689)*	685 (676; 726)	590 (529; 595)*
Mo,мс	975 (875;995)	725 (675; 735)*	825 (775; 860)	625 (575; 675)*
ИН,у.е.	84 (48,3; 85,6)	186,3 (140,6; 603,4)*	130,4 (125,3; 205,7)	554,9(519,7; 606,3)*
RMSSD, мс	553,7 (528,7; 573,2)	220,4(206,3; 320,5)*	410,2(396,2; 418,9)	199,6(163,9; 225,0)*

Примечание: в таблице отражены только достоверные различия при межгрупповом (\*) сравнении; достоверность различий при  $p \leq 0,05$ . Между группами достоверных различий до нагрузки не выявлено.

### **Влияние курсового воздействия транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние борцов и пауэрлифтеров**

При исследовании влияния курса ТЭС на функциональное состояние нервной системы пауэрлифтеров и борцов получены следующие данные. Выявлены достоверные различия биоэлектрической активности головного мозга пауэрлифтеров и борцов. У борцов выявлено доминирование активности в  $\delta$ -диапазоне, преимущественно в передних и центральных отведениях правого и левого полушарий, достоверные различия с показателями пауэрлифтеров по максимальной амплитуде ( $p \leq 0,01$ ) и средней

амплитуде ( $p \leq 0,005$ )  $\delta$ -ритма. У пауэрлифтеров доминировала активность в  $\beta$ -высокочастотном ( $p \leq 0,05$ ) и  $\beta$ -низкочастотном ( $p \leq 0,05$ ) диапазоне в центральных и затылочных отведениях левого полушария. Эти различия отражают особенности долговременной адаптации к определенному виду физических нагрузок.

После курса ТЭС достоверные изменения паттерна ЭЭГ ритмов пауэрлифтеров регистрировались в  $\beta$ -диапазоне левого полушария и  $\alpha$ -диапазоне правого полушария. Максимальная амплитуда  $\beta$ -высокочастотного ритма снизилась во всех отведениях левого полушария, в передних ( $p \leq 0,05$ ), центральных ( $p \leq 0,005$ ) и затылочных ( $p \leq 0,01$ ) отведениях это снижение было достоверным (рис. 1).

Аналогичная тенденция наблюдалась в  $\beta$ -низкочастотном диапазоне. Максимальная и средняя амплитуда ритма снизилась во всех отведениях, в центральных и затылочных это снижение было достоверным ( $p \leq 0,05$ ).

В передних, центральных и теменных отведениях максимальная и средняя амплитуда  $\alpha$ -ритма снизилась, в центральных отведениях – достоверно ( $p \leq 0,05$ ). В затылочных отведениях амплитуда  $\alpha$ -ритма повысилась.

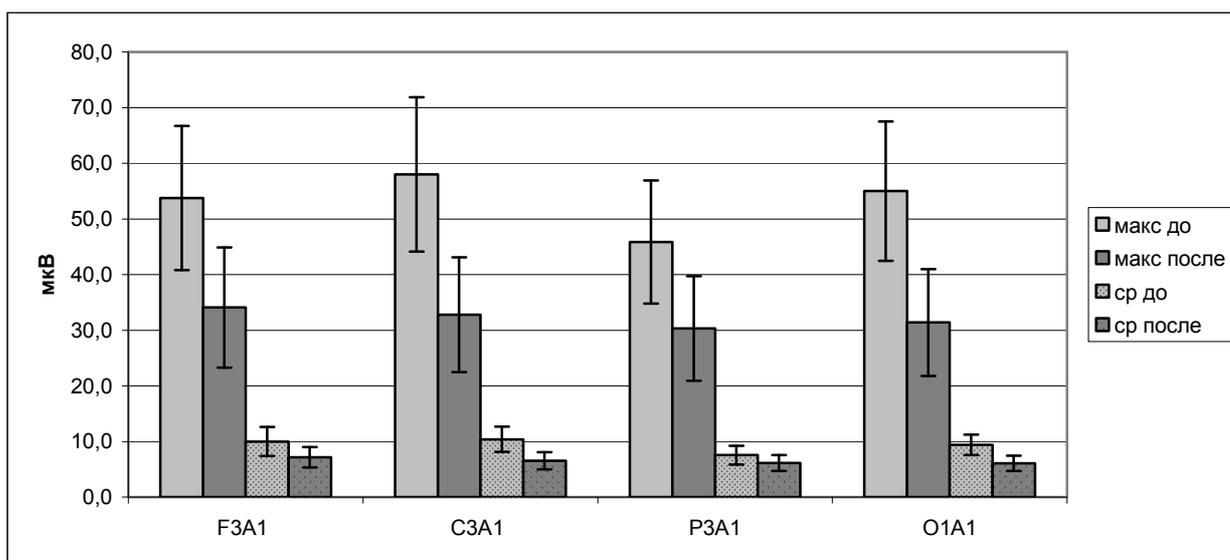


Рисунок 1 – Динамика максимальной и средней амплитуды  $\beta$ -высокочастотного ритма левого полушария пауэрлифтеров до и после курса ТЭС (ось x – F3A1 передние; C3A1 центральные; P3A1 теменные; O1A1 затылочные отведения левого полушария)

У борцов курс ТЭС в большей степени отразился на биоэлектрической активности правого полушария, здесь регистрировалось достоверное снижение амплитуды  $\delta$ -ритма ( $p \leq 0,05$ ) в центральных отведениях, в передних и затылочных эта тенденция сохранялась, в теменных отведениях амплитуда  $\delta$ -ритма не изменялась (рис. 2).

Анализ психофизиологических данных показал, что после курса ТЭС у пауэрлифтеров улучшились показатели простых сенсомоторных реакций, особенно время реакции на звук и движущийся объект (РДО) (рис.3). У спортсменов обеих групп достоверно улучшились показатели времени реакции выбора ( $p \leq 0,05$ ). У спортсменов обеих специализаций улучшилась

степень вработываемости, а у борцов и показатель психической устойчивости в тесте Шульте.

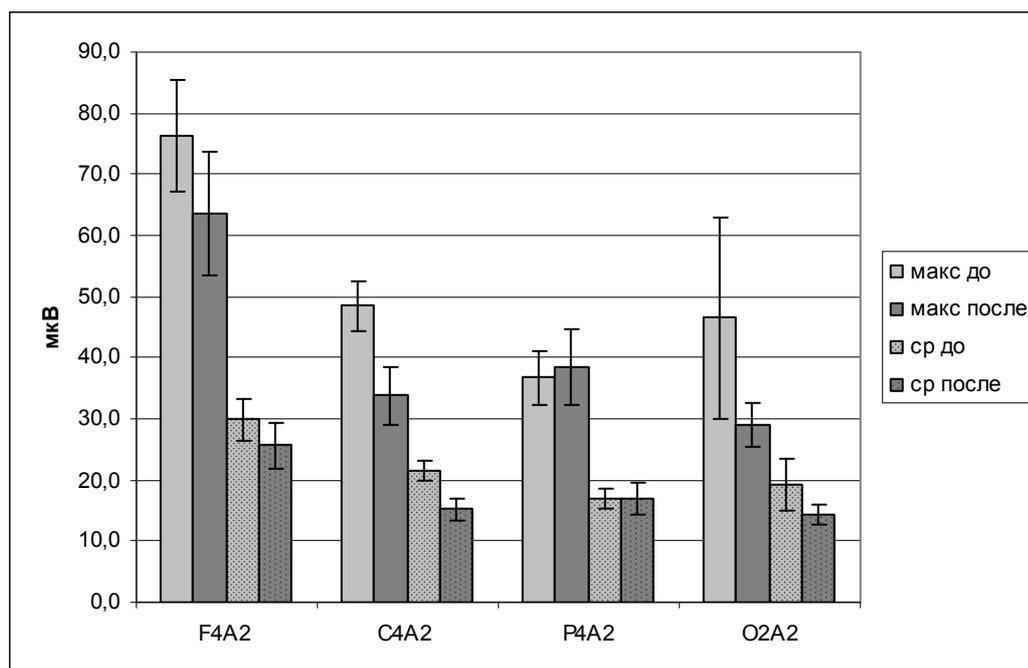


Рисунок 2 – Динамика максимальной и средней амплитуды  $\delta$ -ритма правого полушария борцов до и после курса ТЭС (ось x – F4A2 передние; C4A2 центральные; P4A2 теменные; O2A2 затылочные отведения правого полушария)

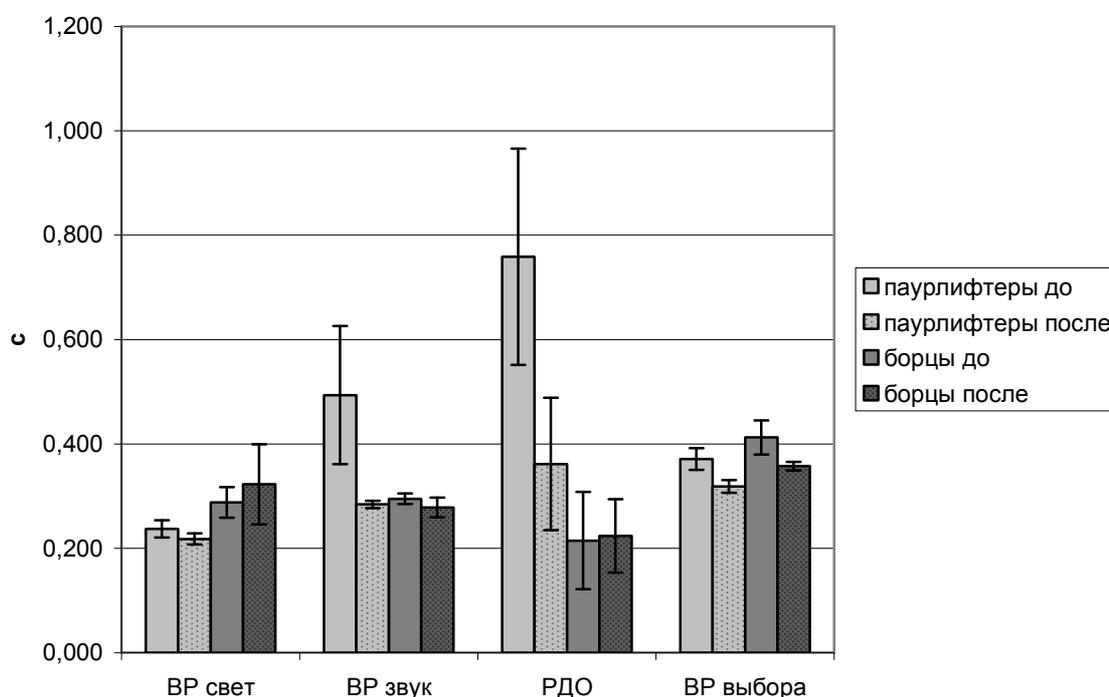


Рисунок 3 – Динамика показателей простых и сложных сенсомоторных реакций пауэрлифтеров и борцов до и после курса ТЭС (ВР свет – время реакции на свет; ВР звук – время реакции на звук; РДО – реакция на движущийся объект; ВР выбора - время реакции выбора)

Курс ТЭС оказывал влияние на деятельность сердечно-сосудистой системы и механизмы вегетативной регуляции функций пауэрлифтеров и борцов. Экспресс-оценка преобладающего типа вегетативной регуляции производилась по количественным критериям показателей ВСР ИН (у.е.) и VLF (мс<sup>2</sup>). У исследуемых спортсменов выявлены четыре типа вегетативной регуляции. Большая часть спортсменов (61,5%) характеризовалась умеренным преобладанием парасимпатической активности (ПАР III). 23% исследованных спортсменов характеризовались выраженным преобладанием парасимпатической активности (ПАР IV). 11,5% исследованных спортсменов характеризовались умеренным преобладанием симпатической активности (ПЦР I). Выраженное преобладание симпатической активности регистрировалось у 4%.

В группе ПЦР I до курса ТЭС показатели временного анализа ВСР и вариационной пульсометрии в состоянии покоя были характерны для состояния напряжения регуляторных систем организма (табл.4). В частотном спектре преобладали очень низкочастотные волны, был снижен вклад в спектр высокочастотных и низкочастотных волн (VLF > HF > LF), что характеризует переход регуляции сердечного ритма с рефлекторного уровня вегетативного руководства на гуморально-метаболический.

Таблица 4

Показатели анализа variability сердечного ритма группы ПЦР I до и после курса ТЭС (Me, Qb; Qs )

Показатели	До курса ТЭС		После курса ТЭС	
	покой	ортопроба	покой	ортопроба
ЧСС, уд.м	79 (74;81)	96 (87;105)*	77 (66;79)	94 (82;117)*
R-Rmax,мс	876 (814;906)	715 (706;805) *	921 (856;1056)	708 (679;898) *
SDNN,мс	23 (21;49)	36 (32;42) *	54 (40;56)	28 (26;47) *
RMSSD,мс	20 (14;36)	18 (9;21) *	35 (31;42)	9 (8;16) *
pNN50,%	0,8 (0,0;16,0)	0,6 (0,0;1,0) *	11,3 (1,8;20,8)	0,3 (0,0;1,1) *
ПАПР, у.е.	73,9 (56,2;104)	74,2 (59,9;93,2) *	43,4 (41,0;80,3)	93,1 (59,3;148) *
АМо,%	61,0 (42,2;78)	48,7 (42,9;51,5) *	37,9(34,2;61,5)	61,7 (41,4;75,2) *
ИН, у.е.	211 (100;372)	197 (139;212)*	84,1 (66,8;187)	274 (108;301)*

Примечание: в таблице отражены только достоверные различия при внутригрупповом (\*) сравнении; достоверность различий при p<0,05

Функциональное состояние регуляторных систем отражает индивидуальный характер долговременной адаптации к физическим нагрузкам и может быть как оптимальным для определенного периода тренировочного процесса, так и патологическим, поэтому для оценки нужно проведение функциональных проб (Шлык Н.И., 2009). Ортостатическая проба дает возможность изучить функциональные резервы вегетативной регуляции.

Анализ показателей ВСР при проведении ортостатической пробы спортсменов группы ПЦР I до курса ТЭС выявил неадекватную реакцию регуляторных систем. Значения показателей временного анализа ВСР (RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50, CV) были еще ниже, чем в состоянии покоя, снижались показатели ЧСС, ВПР, ИВР, АМо, ИН (табл. 4). Структура частотного спектра характеризовалась снижением общей мощности спектра с преобладанием низкочастотных волн и очень низкочастотных волн, еще большим снижением вклада в спектр высокочастотных волн (LF > VLF > HF). Значение коэффициента 30:15 (К 30:15) соответствовало низкой парасимпатической реактивности.

После курса ТЭС показатели ВСР спортсменов группы ПЦР I в состоянии покоя значительно не изменились, при проведении ортопробы отмечалось: снижение значений RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50, CV, увеличение значений ЧСС, ИВР, ПАПР, АМо, ИН, повышение до нормы показателя К30:15 (табл. 4). В структуре спектра отмечалось снижение мощности HF волн, увеличение суммарной мощности LF и VLF волн.

В группе ПАР IV до курса ТЭС показатели временного анализа ВСР и вариационной пульсометрии в состоянии покоя были характерны для состояния выраженного преобладания парасимпатической регуляции (табл. 5), структура частотного спектра характеризовалась резким преобладанием высокочастотных волн над низкочастотными и очень низкочастотными волнами (HF > LF > VLF). Значения показателей RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50, CV, Мо и ВР при проведении ортостатической пробы снижались, а ЧСС, АМо, ВПР, ИВР, ПАПР, ИН – повышались, что отражает снижение парасимпатической активности. Структура спектра соответствовала VLF > LF > HF и характеризовалась выраженным снижением HF волн, ростом суммарной мощности VLF и LF волн, т.е. адаптационная реакция характеризовалась уменьшением диапазона адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы.

Таблица 5

Показатели анализа variability сердечного ритма группы ПАР IV до и после курса ТЭС (Me, Qb; Qs )

Показатели	До курса ТЭС		После курса ТЭС	
	покой	ортопроба	покой	ортопроба
R-Rmax,мс	1353(1284;1582)	1001 (834;1130)*	1394(1282;1472)	840,5 (724;1033) *
SDNN,мс	113 (94;135)	79 (51;90) *	108,5 (95;115)	44 (42;82) *
RMSSD,мс	122 (115;218)	39 (16;66) *	116,5 (98;129)	19 (12;46)*
pNN50,%	64,3(60,1;67,3)	11,3(1,4;18,4) *	60 (47,4;67,8)	3,5 (0,0;12,9) *
ИВР, у.е.	31,7(31,5;38,1)	58,5 (45,5;143) *	40,4(29,4;44,4)	180, (43,4;209)*
ИН, у.е.	13,6(12,4;16,4)	47,1 (29,9;107) *	19,9(14,3;32,0)	130 (31,3;185) *
К 30:15		1,4 (1,3;1,5)		1,3 (1,1;1,3)

Примечание: в таблице отражены только достоверные различия при внутригрупповом (\*) сравнении; достоверность различий при  $p \leq 0,05$

После курса ТЭС показатели ВСР спортсменов группы ПАР IV в состоянии покоя значительно не изменились, кроме показателя ИН, который увеличился в 2 раза от значения до курса ТЭС. При проведении ортопробы отмечалось: снижение значений RRNN, SDNN, RMSSD, pNN50, CV, Mo и BP, увеличение значений ЧСС, ИВР, ПАПР, АМо, ИН. Распределение структуры спектра соответствовала LF>VLF>HF, отмечалось большее, чем до курса ТЭС снижение общей мощности спектра, увеличение вклада LF волн, снижение VLF волн.

В группе спортсменов ПАР III достоверных различий в показателях ВСР до и после курса ТЭС не выявлено.

Анализ влияния курса ТЭС на состояние церебральной гемодинамики пауэрлифтеров и борцов показал следующее. Среди исследованных спортсменов была выявлена группа (n=13), у которой показатели тонуса средних и мелких артерий вертебробазилярного бассейна ( $\alpha_2$ ) превышали нормальные значения. После курса ТЭС эти показатели снизились, в левом полушарии – достоверно ( $p \leq 0,01$ ).

Показатель венозного оттока крови (ПВО, %) из полости черепа в норме составляет 0 – 20%. Среди исследованных спортсменов у 14 человек выявлено повышение этого показателя (рис. 4). После проведенного курса ТЭС отмечается улучшение ПВО, более выраженное в левом полушарии, в вертебробазилярном бассейне – достоверно ( $p \leq 0,05$ ).

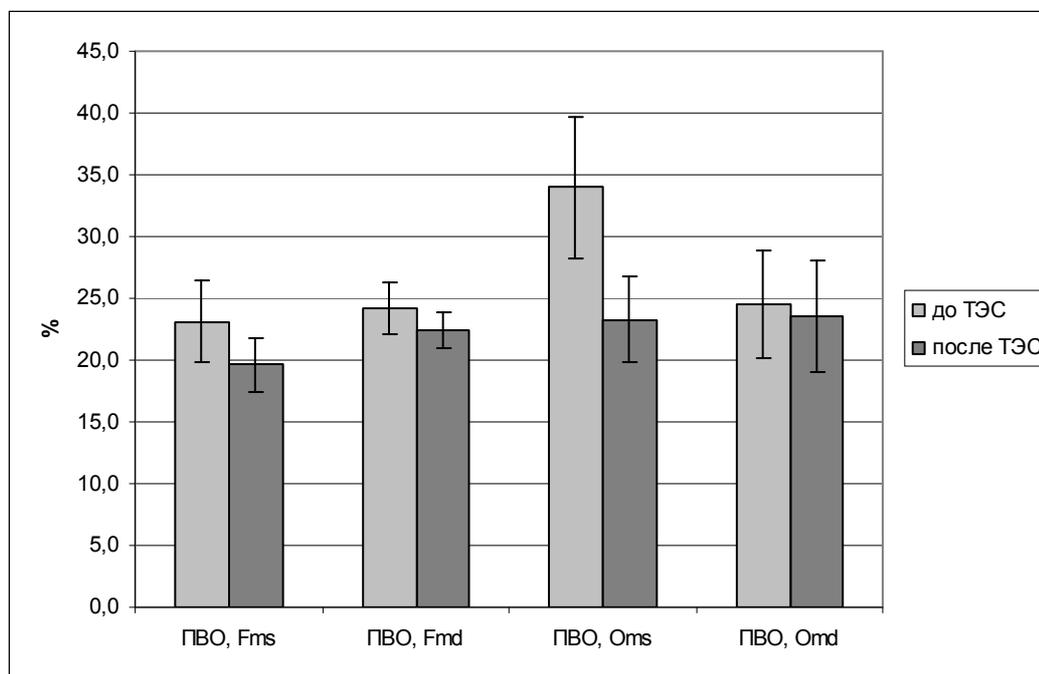


Рисунок 4 – Динамика показателя венозного оттока до и после курса ТЭС (ось x - отведения Fms - фронто-мастоидальные слева, Fmd - фронто-мастоидальные справа, Oms - окципито-мастоидальные слева, Omd - окципито-мастоидальные справа)

Также среди исследованных спортсменов выявлены две группы: группа 1 (n=8), показатель периферического сосудистого сопротивления, характеризующий тонус мелких и средних сосудов мозга (Авен/Аарт, %)

которой был ниже нормы (N Авен/Аарт 55-70% для бассейна внутренней сонной артерии, 60-75% для вертебробазилярного бассейна) и группа 2 (n=6), у которой этот показатель был выше нормы.

После проведенного курса ТЭС у спортсменов группы 1 повысились показатели периферического сосудистого сопротивления в бассейне внутренней сонной артерии в обоих полушариях ( $p \leq 0,05$ ) и в вертебробазилярном бассейне ( $p \leq 0,05$ ) в левом полушарии. У спортсменов группы 2 показатели периферического сосудистого сопротивления снизились ( $p \leq 0,05$ ) в обоих полушариях.

Курс ТЭС оказывал влияние на функциональное состояние гемодинамики дистальных отделов нижних конечностей пауэрлифтеров и борцов. Среди исследуемых спортсменов выявлена группа (n=15), показатели реографического индекса (РИ, у.е.) которой превышали норму (0,65-1,00 у.е. для голени и 0,9-1,5 у.е. для стопы). После курса ТЭС показатели РИ голени снизились. В стопах до курса ТЭС отмечалась асимметрия показателей интенсивности артериального кровотока (РИ правой стопы > РИ левой стопы). После курса ТЭС этот показатель стал симметричным.

Среди исследуемых спортсменов выявлены группы, показатели дикротического индекса (ДИК) и диастолического индекса (ДИА) которых были ниже нормы (n=10) (N ДИК 30-45%, N ДИА 34-43%) и выше нормы (n=13). После курса ТЭС показатели ДИК и ДИА в группе спортсменов с низкими значениями показателей повысились во всех исследуемых сегментах конечностей, ДИК достоверно в левой голени и обеих стопах ( $p \leq 0,05$ ). Также отмечается уменьшение имеющейся асимметрии показателей.

Достоверное ( $p \leq 0,05$ ) снижение показателей ДИК в группе спортсменов с высокими значениями показателей отмечается в обеих голених, не выражено в стопах, снижение ДИА отмечается в во всех исследуемых сегментах конечностей, достоверно в левой голени ( $p \leq 0,05$ ).

Из показателей, характеризующих венозный отток, анализировали показатель состояния венозного оттока (ПВО, %) по венам более крупного и индекс Симонсона (ИВО Сим, %) по венам более мелкого калибра. Среди исследуемых спортсменов выявлена группа (n=6), показатели ПВО и ИВО Сим которой превышали норму (N ПВО 0-25%, N ИВО Сим < 60%). После курса ТЭС отмечается снижение показателей ПВО и ИВО Сим во всех исследуемых сегментах нижних конечностей, достоверно ( $p \leq 0,05$ ) в стопах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований влияния однократного и курсового воздействия ТЭС на борцов и спортсменов силовых видов спорта показали следующее. Под влиянием транскраниальной электростимуляции происходит оптимизация функционального состояния ЦНС, заключающаяся в синхронизации биоритмов мозга, снижении доминирующей  $\delta$ - и  $\beta$ -активности, в сочетании с улучшением психофизиологических показателей

времени простых и сложных сенсомоторных реакций, психической работоспособности. Положительные изменения психофизиологических показателей регистрировались не только при курсовом воздействии, но и при однократном сеансе ТЭС.

Связано это, по-видимому, с антистрессорным действием эндорфинов, вырабатываемых под влиянием ТЭС в структурах антиноцицептивной системы мозга. Антистрессорное действие эндорфинов на нейроны коры головного мозга, ядер миндалины, таламуса и гипоталамуса показано в исследованиях В.П.Лебедева, Дж. П. Козловски (2005), установивших, что ТЭС угнетает вызванную стрессом экспрессию гена раннего реагирования (C-FOS) в этих отделах мозга.

В наших исследованиях выявлено, что ТЭС способствует оптимизации функционального состояния ЦНС спортсменов и улучшению церебральной гемодинамики. Под влиянием ТЭС произошла нормализация сосудистого тонуса в артериях мелкого и среднего калибра, улучшилась микроциркуляция, нормализовался венозный отток. Связаны эти эффекты с показанным в исследованиях В.П.Лебедева с соавт. (2005) влиянием ТЭС на угнетение сомато-симпатических рефлексов, лежащих в основе прессорных реакций артериального давления на внешние воздействия, а так же непосредственным влиянием эндорфинов и серотонина на вазомоторный центр продолговатого мозга (Медведев О.С. и соавт., 2005). Эти же физиологические механизмы лежат в основе улучшения гемодинамики дистальных отделов нижних конечностей. Под влиянием ТЭС нормализовалась гемодинамика во всех звеньях сосудистого русла и уменьшилась асимметрия кровообращения голеней и стоп.

Транскраниальная электростимуляция влияет на вегетативные центры гипоталамуса (Лебедев В.П. и соавт., 2005), оптимизируя вегетативную регуляцию. В нашем исследовании это проявилось как при однократном, так и при курсовом воздействии, как в состоянии покоя, так и при физической и эмоциональной нагрузке. ТЭС у борцов и спортсменов силовых видов спорта приводила к ускорению восстановления регуляторных систем и, как следствие, функций сердечно-сосудистой системы после соревновательной и стандартной физической нагрузки, повышению адаптационного потенциала, повышению физической работоспособности.

## **ВЫВОДЫ**

1. Проведение одного сеанса ТЭС в состоянии покоя в подготовительном периоде тренировочного процесса у борцов и спортсменов силовых видов спорта способствует снижению ЧСС и ИН и не вызывает изменения психофизиологических показателей.
2. Сеанс ТЭС после соревновательной нагрузки у пауэрлифтеров приводит к ускорению процессов срочного восстановления психофизиологических показателей и оптимизации вегетативной регуляции.
3. Применение сеанса ТЭС перед специальной стандартной нагрузкой у борцов способствует повышению специальной работоспособности и

экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы, выражающейся в снижении ЧСС и двойного произведения. Сеанс ТЭС оказывает преимущественное влияние на ускорение восстановления уровня диастолического артериального давления, что оптимизирует функцию сосудистого звена кровообращения.

4. Под влиянием курсового применения ТЭС у пауэрлифтеров и борцов происходят изменения, связанные с улучшением функционального состояния мозга, что выражается в синхронизация ЭЭГ ритмов головного мозга, снижении доминирующей  $\delta$ - и  $\beta$ -активности. Одновременно с этим увеличивается скорость простых и сложных сенсомоторных реакций, повышается психическая работоспособность.

5. Влияние курса ТЭС на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и механизмы вегетативной регуляции у пауэрлифтеров и борцов заключается в повышении экономичности сердечной деятельности и функциональных резервов вегетативной нервной системы, независимо от исходного типа вегетативной регуляции.

6. Курс ТЭС вызывает изменения гемодинамики головного мозга спортсменов. У пауэрлифтеров курс ТЭС оказывает преимущественное влияние на средние и мелкие сосуды вертебробазиллярного бассейна, у борцов – на сосуды бассейна внутренней сонной артерии. У спортсменов обеих специализаций отмечается гомеостатическая направленность ТЭС на тонус мелких и средних церебральных сосудов, показателей венозного оттока, тонуса и сопротивления сосудов.

7. Под влиянием курса ТЭС изменяется периферическая гемодинамика нижних конечностей спортсменов: у пауэрлифтеров преимущественно улучшается кровообращение в сосудах микроциркуляторного русла дистальных отделов нижних конечностей. У борцов курс ТЭС воздействует на артериальное звено сосудистого русла дистальных отделов нижних конечностей. У спортсменов с изменениями гемодинамики курс ТЭС оказывает гомеостатическую направленность на тонус сосудов микроциркуляторного русла, улучшает венозный отток в дистальных отделах нижних конечностей, как по венам крупного, так и мелкого калибра.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. В подготовительном периоде тренировочного процесса, однократное применение сеанса ТЭС (длительностью 20 мин, биполярный импульсный ток 1-3 мА) до тренировки показано спортсменам силовых видов спорта и борцам с целью снижения напряжения регуляторных систем при выполнении физической нагрузки и для повышения работоспособности, или после тренировки, с целью ускорения восстановления после тренировочной нагрузки.

2. В соревновательном периоде тренировочного процесса, однократное применение сеанса ТЭС (длительностью 20-30 мин, биполярный импульсный ток 1-3 мА) после соревновательной нагрузки показано спортсменам, независимо от спортивной специализации, для ускорения процесса восстановления.

3. Проведение сеанса ТЭС (длительностью 20-30 мин, биполярный импульсный ток 1-3 мА) непосредственно перед соревнованиями, показано борцам, с целью снижения болевой чувствительности, напряжения регуляторных систем, повышения специальной работоспособности, скорости сенсомоторных реакций. При этом нужно учитывать индивидуальные особенности предстартовых состояний, ТЭС особенно показана при выраженных проявлениях предстартовой тревоги.

4. Курсовое воздействие ТЭС (10 ежедневных процедур, длительностью 30 мин, биполярный импульсный ток 1-3 мА), показано спортсменам в подготовительном и переходном периодах тренировочного процесса, для оптимизации функционального состояния регуляторных систем, повышения адаптационного потенциала, работоспособности, экономизации работы сердечно-сосудистой системы при выполнении тренировочных нагрузок, полноценного восстановления после физической нагрузки.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### **Статьи в ведущих научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ (4)**

1. Рогулева Л.Г. Влияние курсового воздействия транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние нервной системы борцов и пауэрлифтеров / Л.Г. Рогулева // Лечебная физкультура и спортивная медицина. - 2015. - № 4(130). - С. 31-35.
2. Корягина Ю.В. Транскраниальная электростимуляция как средство оптимизации психофизиологических функций у единоборцев и спортсменов силовых видов спорта / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, Т.П. Замчий // Теория и практика физической культуры. - 2015. - № 3.- С. 11-13.
3. Корягина Ю.В. Физиологические эргогенные средства: современные тенденции применения в подготовке спортсменов / Ю.В. Корягина, Е.А. Реуцкая, Л.Г. Рогулева, С.В. Нопин // Теория и практика физической культуры. - 2015. - № 4.- С. 14-17.
4. Корягина Ю.В. Медико-биологические средства повышения работоспособности и восстановления спортсменов / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, Т.П. Замчий, К.С. Зайцев // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10 (часть 8). – С. 1753-1757.

### **Статьи в журналах и сборниках материалов конференций**

5. Корягина Ю.В. Опыт применения транскраниальной электростимуляции у единоборцев и спортсменов силовых видов спорта / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, Т.П. Замчий // Физиологические и биохимические основы и педагогические технологии адаптации к разным по величине физическим нагрузкам: материалы II Международной научно-практической конференции (27-28 ноября 2014). – Казань, 2014. – С. 147-149.
6. Корягина Ю.В., Рогулева Л.Г., Реуцкая Е.А. Применение внутренировочных физиологических средств для повышения работоспособности и восстановления спортсменов / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева, Е.А. Реуцкая // “Олимпийский спорт и спорт для всех” XVIII Международный научный конгресс. Материалы конгресса. – Алматы: КазАСТ, 2014. – Т.3. – С.144-147.
7. Корягина Ю.В. Перспективы применения транскраниальных методов в спорте / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева // Физкультурное образование Сибири. – 2014. – 1(31). – С.101-105.
8. Рогулева Л.Г. Влияние транскраниальной электростимуляции на регионарный кровоток у пауэрлифтеров и единоборцев / Л.Г. Рогулева, Ю.В. Корягина // Проблемы развития физической культуры и спорта в новом тысячелетии: материалы Всероссийской научно-практической конференции 2-3 апреля г. Кемерово. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2014. - С.161-166.

9. Корягина Ю.В. Транскраниальные методы - перспективы применения в спорте / Ю.В. Корягина, Л.Г. Рогулева // Научно-спортивный вестник Урала и Сибири. – 2014. - №1. – С.23-28.
10. Рогулева Л.Г. Срочные и курсовые эффекты транскраниальной электростимуляции в процессе восстановления пауэрлифтеров после соревновательных нагрузок / Л.Г. Рогулева // Проблемы совершенствования физической культуры, спорта и олимпизма: материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов, соискателей и студентов: в 2-х томах. - 2013. - С. 191-198.
11. Koryagina J.V. The use of transcranial electrical stimulation to recovery athletes (тезисы) / J.V. Koryagina, L. Roguleva, T. Zamchy // 18<sup>th</sup> Annual Congress of the European college of sport science 26 th – 29 th June 2013, Barcelona – Spain. - Book of abstracts. - P.898-899.
12. Koryagina J.V. Effects Transcranial Electrostimulation of Brain on the Recovery from Competition in Powerlifters / J.V. Koryagina, L. Roguleva, T. Zamchy // 17 International scientific congress Olympic sport and sport for all. – Congress Proceeding. China. – Capital university of physical education and sport. - P.364.
13. Замчий Т.П. Влияние сеанса транскраниальной электростимуляции на психофизиологическое состояние спортсменов силовых видов спорта / Т.П. Замчий, С.Г. Фаткин, Л.Г. Рогулева // Актуальные вопросы развития физической культуры и массового спорта на современном этапе: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию Н.Н. Тарского. ФГБОУ ВПО «Чурапчинский государственный институт физической культуры и спорта». Киров, 2014. С. 212-217.
14. Рогулева Л.Г. Влияние транскраниальной электростимуляции эндорфинэргических структур головного мозга на процесс восстановления после соревновательной нагрузки у пауэрлифтеров / Л.Г. Рогулева // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. - 2013. - Т. 1, № 1. - С. 207-212.
15. Замчий Т.П. Влияние сеанса ТЭС на процессы адаптации и восстановления спортсменов силовых видов спорта / Т.П. Замчий, Л.Г. Рогулева, С.Г. Фаткин // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений. 2014. Т. 2. С. 188-196.
16. Рогулева Л.Г. Оптимизация регионарной гемодинамики спортсменов при транскраниальной электростимуляции / Л.Г. Рогулева // Физическая культура, здравоохранение и образование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти В.С. Пирусского – Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2014. – С.177-182.
17. Рогулева Л.Г. Влияние сеанса и курса транскраниальной электростимуляции на функциональное состояние спортсменов силовых видов спорта и единоборцев / Л.Г. Рогулева, Т.П. Замчий // Физическая культура, здравоохранение и образование: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти В.С. Пирусского – Томск, Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2014. – С.182-188.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АД – артериальное давление;  
ДАД – диастолическое артериальное давление;  
САД – систолическое артериальное давление;  
ОГ – основная группа;  
КГ – контрольная группа;  
РИ - реографический индекс;  
ДИК - дикротический индекс;  
ДИА - диастолический индекс;  
ПВО - показатель венозного оттока;  
ИВО\_Сим - индекс Симонсона;  
ВСР – варибельность сердечного ритма;  
ВНС – вегетативная нервная система;  
ВПр – вегетативный показатель ритма;  
ВР – вариационный размах;  
ДП – двойное произведение;  
ИН – индекс напряжения;  
ИВР – индекс вегетативного равновесия;  
ИВ – индекс выносливости;  
СV – коэффициент вариации;  
МОК – минутный объем кровообращения;  
Мо – мода;  
АМо – амплитуда моды;  
ТЭС - транскраниальная электростимуляция;  
ПАПР – показатель активности процессов регуляции;  
РЭГ – реоэнцефалография;  
РВГ – реовазография;  
УО – ударный объем сердца;  
ЦНС – центральная нервная система;  
ЭЭГ – электроэнцефалография;  
pNN50% - число кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50мс;  
SDNN – стандартное отклонение кардиоинтервалов;  
RMSSD – среднеквадратичное различие между продолжительностью соседних кардиоинтервалов.