Дата публикации: 01.06.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_29
УДК 615.83; 796.015.576

Publication date: 01.06.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_29
UDC 615.83; 796.015.576

ПРИМЕНЕНИЕ КУРСА ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СПОРТСМЕНОВ КАРАТИСТОВ ПРИ ТРЕНИРОВКАХ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГОРЬЯ

Г.Н. Тер-Акопов, Ю.В. Корягина, С.В. Нопин, Л.Г. Рогулева, О.П. Уханова
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

Аннотация. Ранее в работах ученых показана эффективность применения транскраниальной электростимуляции в нормоксических условиях. Под влиянием транскраниальной электростимуляции нормализуются показатели центральной гемодинамики, ускоряется восстановление после физической нагрузки. Целью работы явилось изучение эффектов применения курса транскраниальной электростимуляция для восстановления спортсменов-каратистов при тренировках в условиях среднегорья. В исследовании влияния применения курса транскраниальной электростимуляции на психофункциональное состояние спортсменов приняли участие 22 каратиста. Исследования проводились в г. Кисловодске, на горе Малое седло в условиях среднегорья на высоте 1240 м. Было выявлено, что курс из 8 сеансов транскраниальной электростимуляции длительностью 30 минут у высококвалифицированных спортсменов-каратистов увеличивает скорость сенсомоторных действий, повышает психическую работоспособность, оптимизирует симпато-парасимпатический баланс, снижает амплитуды бета-, дельта- и тета-ритмов. Изменение показателей временного и спектрального анализа вариабельности сердечного ритма, вариационной пульсометрии у каратистов мужского и женского пола демонстрирует положительное влияние транскраниальной электростимуляции на механизмы вегетативной регуляции сердечного ритма, что более выражено у женщин. Курс процедур транскраниальной электростимуляции также способствовал улучшению психофизиологических показателей: уменьшению времени и стабильности выполнения простой сенсомоторной реакции.

Ключевые слова: транскраниальная электростимуляция, физиотерапия, каратисты, среднегорье, восстановление.

THE TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION COURSE IN RECOVERY OF KARATEKAS IN CONDITIONS OF TRAINING IN MIDDLE ALTITUDE

G.N. Ter-Akopov, Yu.V. Koryagina, S.V. Nopin, L.G. Roguleva, O.P. Ukhanova
FSBI “North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency”, Essentuki, Russia

Abstract. Previously, the scientific works demonstrated the efficiency of transcranial electrical stimulation in normal oxygen concentration conditions. Under the influence of transcranial electrical stimulation central hemodynamic parameters are normalized, and recovery after physical activity is accelerated. The objective of the work was to study the effects of a transcranial electrical stimulation course for the recovery of karatekas during training in middle altitude. 22 karatekas took part in the study of the effect of transcranial electrical stimulation on the psycho-functional state of athletes. The research was conducted in Kislovodsk, on the Maloe Sedlo mountain in middle altitude conditions at the height of 1240 meters. It was revealed that a course of 8 transcranial electrical stimulation sessions of 30 minutes increases the speed of sensorimotor actions, increases mental capacity, optimizes sympathetic and parasympathetic balance, reduces the amplitudes of beta, delta and theta rhythms. Changes in the parameters of temporal and spectral analysis of heart rate variability, variation pulsometry in male and female karatekas demonstrate the positive effect of transcranial electrical stimulation on the heart rate autonomic regulation mechanisms, which is more pronounced in women. The course also contributed to the

improvement of psychophysiological parameters: reduction of time and stability of simple sensorimotor reaction.
Keywords: transcranial electrical stimulation, physiotherapy, karatekas, middle altitude, recovery.

Введение. В связи с ужесточением антидопинговых правил в настоящее время особый интерес вызывают методы, позволяющие быстро устранять проявления и последствия физического и психоэмоционального напряжения (стресса), наблюдающегося при спортивной деятельности, восстанавливать психофункциональное состояние через непосредственные воздействия на регуляторные системы организма человека. Активно ведутся исследования по применению транскраниальных методов физиотерапии в спорте [1-6].

В настоящее время к транскраниальным методам электростимуляции относят следующие методы неинвазивной стимуляции мозга: транскраниальной стимуляции постоянным током (tDCS), транскраниальной стимуляции переменным током (tACS) и транскраниальной стимуляции случайным шумом (тРНС) [7].

В большей степени в России получила применение транскраниальная электростимуляция импульсным током (ТЭС). Было установлено, что «воздействие импульсного электрического тока на головной мозг через накожные электроды приводит к селективной активации структур, продуцирующих бета-эндорфин, серотонин и некоторые другие нейромедиаторы межнейрональных синапсов» [8].

Ранее в работах ученых показана эффективность применения ТЭС в нормоксических условиях. Под влиянием ТЭС нормализуются показатели центральной гемодинамики, ускоряется восстановление показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений после физической нагрузки. Применение курса процедур ТЭС оказывает гомеостатическое влияние на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы и функции нервной системы. Применение ТЭС отражается на улучшении психофизиологической адаптации спортсменов к физическим нагрузкам. После ТЭС выявлено улучшение подвижности и лабильности нервных процессов и функционального состояния двигательного аппарата спортсменов: улучшения скоростных характеристик сенсомоторных действий, повышение точности реакции на движущийся объект, увеличение максимальной частоты движений [1-3, 9, 10]. Однако применение ТЭС при тренировках в условиях среднегорья ранее не проводилось.

Целью работы явилось изучение эффектов применения курса транскраниальной электростимуляция для восстановления спортсменов каратистов при тренировках в условиях среднегорья.

Методы и организация исследования. В исследовании влияния применения курса ТЭС на психофункциональное состояние спортсменов приняли участие 22 каратиста мужского и женского пола. Исследования проводились в Центре медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в г. Кисловодске, на горе Малое седло на высоте 1240 м в условиях учебно-тренировочных сборов (УТС) спортсменов в ФГБУ «Юг Спорт». Каратисты были разделены на основную (ОГ) и контрольную группы (КГ). Мужчины: ОГ – 5 спортсменов (квалификация – 1 КМС, 1 МС, 3 МСМК) возраст испытуемых 23,6±2,7 лет; КГ – 5 спортсменов (квалификация – 5 МС), возраст – 22,2±2,4 лет. Женщины: ОГ – 7 спортсменок (квалификация – 1 КМС, 3 МС, 3 МСМК), возраст испытуемых – 22,3±3,9 лет; КГ – 5 спортсменок (квалификация – 1 КМС, 2 МС, 2 МСМК), возраст – 23,8±5,4 лет.

У каратистов в основной группе (ОГ) спортсменам проводили курс из 8 сеансов ТЭС – 1-й сеанс длительностью 20 минут, последующие – 30 минут. Величина тока выставлялась согласно субъективным ощущениям от 1,5 до 5 мА. В контрольной группе (КГ) ТЭС не проводилась.

Влияние курса процедур ТЭС оценивали по показателям электроэнцефалографии (ЭЭГ) и вариабельности сердечного ритма (ВСР). У каратистов исследования проводили до (1 тест) и после (2 тест) курса процедур ТЭС в ОГ и в начале (1 тест) и в конце (2 тест) УТС в КГ.

ЭЭГ регистрировали в состоянии покоя с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) «ЭЭГ Нейрон спектр», (Нейрософт, Россия) (монополярно с 16 стандартных точек отведения в соответствии с международной системой «10-20»), в качестве референтного использовался объединенный ушной электрод. Оценивались нижеперечисленные типы электрической активности мозга на электроэнцефалограмме (ритмы): δ (0,5-4 Гц), θ (4-8 Гц), α (8-13 Гц), β (13-33 Гц). Кроме оценки функционального состояния головного мозга, данные ЭЭГ использовались как критерий отбора: в исследовании приняли участие спортсмены, у которых отсутствовали ЭЭГ-признаки пароксизмальной активности нейронов: спайки, острые волны, комплексы «быстрая волна – медленная волна».

Исследование вариабельности сердечного ритма (ВСР) проводилось на АПК «Поли спектр 8Е» (Нейрософт, Россия). Подвергались анализу показатели временного и спектрального анализа ВСР.

Для исследования влияния курса процедур ТЭС на психофизиологические показатели спортсменов проводилось психофизиологическое тестирование с помощью АПК Vienna Test System (Schuhfried company, Австрия), по методикам RT – тест на реакцию и ZBA – антиципация времени и движения.

Для проведения процедур ТЭС применялись электростимуляторы транскраниальные импульсные «Трансаир-05» (рег. удостоверение № ФСР 2010/07062, ООО «Центр ТЭС», г. Санкт-Петербург, Россия). Учитывались противопоказания к применению метода: острые травмы и опухоли головного мозга, судорожные состояния, эпилепсия, гидроцефалия, гипертонический криз, острые психические расстройства, тиреотоксикоз, повреждения кожи в местах наложения электродов, наличие вживленных стимуляторов, детский возраст (до 5 лет).

ТЭС проводился импульсным биполярным током, частота – 77,5 Гц, по лобно-затылочной методике, с постепенным увеличением силы тока от 0,5 до 3,0 мА до появления отчетливой безболезненной вибрации под электродом. Один из электродов фиксируется над бровями на лбу, другой (сдвоенный) – на свободной от волос коже за ушами (на сосцевидных отростках черепа). Такое положение обеспечивает продольное протекание тока в мозге и наружных тканях головы. Курсы процедур проходили ежедневно, исследовались эффекты применения курса 8 процедур, длительность первой процедуры – 20 минут, последующих – 30 минут. Во время сеанса спортсмены лежали на кушетке.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы Statistica 13.0. Рассчитывались показатели описательной статистики (медиана и квартили). Сравнение показателей проводилось с помощью непараметрического критерия Вилкоксона. Статистическая значимость принималась при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Проведенное нами исследование ритмов мозга у спортсменов-каратистов до (1 тест) и после курса из 8 процедур ТЭС (2 тест) в ОГ и в начале (1 тест) и конце УТС (2 тест) в КГ показало следующее. Анализ средней амплитуды альфа-ритма у спортсменов-каратистов (мужчин) показал, что после курса ТЭС в ОГ спортсменов достоверно изменилась только амплитуда альфа-ритма в центральном затылочном отведении (ОГ до – 12 (11; 13) мВ, после – 5,5 (5; 6) мВ, $p<0,05$). В КГ достоверных изменений амплитуды альфа-ритма не установлено. Достоверных изменений максимальной амплитуды альфа-ритма у каратистов-мужчин ОГ не выявлено. После курса ТЭС имелась тенденция к снижению средней амплитуды бета-высокочастотного ритма во всех отведениях, достоверно в левом затылочном отведении (ОГ до – 7 (5; 7) мВ, после – 4 (4; 4) мВ, $p<0,05$). У каратистов-

мужчин КГ достоверных изменений средней амплитуды бета высокочастотного ритма не выявлено.

Показатели средней амплитуды бета-низкочастотного ритма ЭЭГ у каратистов-мужчин ОГ до ТЭС в некоторых отведениях превышали нормативные значения. После курса ТЭС отмечалась тенденция к их снижению во всех отведениях, достоверные изменения отмечены в центральном затылочном отведении (ОГ до – 8 (7; 9) мВ, после – 4 (4; 4,25) мВ, $p<0,04$).

Показатели максимальной амплитуды бета-низкочастотного ритма после курса ТЭС у каратистов-мужчин ОГ также имели тенденцию к снижению, без достоверных различий. У спортсменов-мужчин КГ к концу УТС показатели повышались достоверно в правом переднем лобном отведении (КГ до – 18 (18; 21) мВ, после – 22 (20; 28) мВ, $p<0,04$).

Показатели средней амплитуды дельта-ритма ЭЭГ каратистов-мужчин были в пределах нормы, под влиянием курса из 8 процедур ТЭС они снижались в пределах нормы, достоверно в центральном теменном отведении (ОГ до – 13 (13; 37) мВ, после – 6 (4,5; 8) мВ, $p<0,05$) и центральном затылочном отведении (ОГ до – 14 (10; 18) мВ, после – 8 (7,5; 11,5) мВ, $p<0,05$).

Показатели средней амплитуды тета-ритма ЭЭГ каратистов-мужчин были в пределах нормы, под влиянием курса из 8 процедур ТЭС они снижались, достоверно в лобно-центральном отведении (до – 11 (10; 25) мВ, после – 8 (7,5; 8,5) мВ, $p<0,05$), правом центральном отведении (до – 9 (8; 10) мВ; после – 6 (5,5; 6,5) мВ, $p<0,05$), центральном теменном отведении (до – 9 (8; 40) мВ; после – 6 (5,5; 6) мВ, $p<0,05$) и левом теменном отведении (до – 10 (8; 13) мВ; после – 6 (5,5; 6,5) мВ. КГ каратистов-мужчин достоверных изменений не выявлено.

У каратистов-женщин так же, как и у мужчин, отмечались низкие значения средней амплитуды альфа-ритма, после курса ТЭС достоверных изменений средней амплитуды альфа-ритма не установлено. Показатели максимальной амплитуды альфа-ритма у каратисток после курса ТЭС не изменились.

Курс ТЭС у каратисток достоверно не повлиял на показатели средней и максимальной амплитуды бета-высокочастотного и бета-низкочастотного ритмов ЭЭГ. Однако имелась тенденция к их снижению во всех отведениях.

Показатели средней амплитуды дельта-ритма ЭЭГ каратисток под влиянием курса из 8 процедур ТЭС снижались, достоверно в левом и правом передних лобных, лобно-центральном, левом и правом центральных отведениях, правом теменном, центральном затылочном и правом затылочном отведениях. В КГ достоверных изменений не отмечалось.

Исследование влияния ТЭС на показатели временного анализа ВСР каратистов-мужчин с применением и без применения ТЭС показало, что после 4 сеансов ТЭС достоверно повысились показатели RRNN – среднее значение всех R-R интервалов (до – 886 (862; 959) мс, после 4 сеансов – 931 (792; 940) мс), SDNN – среднее квадратичное отклонение (до 47 (39; 67) мс, после 4 сеансов 84 (61; 97) мс), RMSSD – среднеквадратичное различие между продолжительностью соседних кардиоинтервалов (до – 30 (30; 67) мс, после 4 сеансов –79 (49; 88) мс), CV – коэффициент вариации (до – 5,47 (5,24; 6,95)%, после – 4 сеансов 8,94 (6,6; 11,87)%).

Повышение данных показателей рассматривается как усиление влияния на синусовый узел как симпатического, так и парасимпатического отделов ВНС. У спортсменов это рассматривается как повышение функциональных возможностей и достижение более высокого уровня тренированности.

Спектральный анализ ВСР каратистов-мужчин показал, что после 4 сеансов ТЭС у них достоверно повысился показатель LF – мощность волн низкой частоты (до – 23,7 (23,5; 40,5) мс², после 4 сеансов – 40,4 (28,6; 42,3) мс², $p<0,05$).

Исследование влияния применения курса ТЭС на показатели вариационной

пульсометрии у каратистов-мужчин показало, что после 4 сеансов ТЭС у них достоверно снизились показатели: ИН 81,97 (до – 74,87; 122,05 усл.ед., после 4 сеансов – 33,37 (21,41; 65,48) усл.ед.), ИВР – индекс вегетативного равновесия (до –141,3 (83,6; 162,8) усл.ед., после 4 сеансов – 47,9 (35,3; 62,1) усл.ед.), ВПР – вегетативный показатель ритма (до – 4,11 (1,89; 4,67), после – 1,75 (1,22; 2,1) усл.ед.).

Изучение показателей временного анализа ВСР каратисток с применением и без применения ТЭС показало, что у спортсменок ОГ после 4 сеансов отмечалось достоверное снижение ЧСС, повышение R-R max, RRNN и RMSSD. После курса из 8 сеансов достоверно повысились показатели SDNN, pNN50, %, CV, % и еще более повысились показатели R-R max, RRNN и RMSSD. Изучение изменений показателей спектрального анализа ВСР каратисток при применении ТЭС выявило достоверное повышение TP после 8 сеансов (до – 2383,5 (1100; 4010) мс², после 8 сеансов – 5311 (2157; 11607) мс², $p<0,03$).

Анализ показателей вариационной пульсометрии у каратисток, применявших ТЭС, показал, что после 4 и 8 сеансов у спортсменок основной группы были достоверно выше показатель ВР и ниже показатели ИН, ИВР, ПАПР и ВПР. Это характеризует усиление автономного контура регуляции сердечного ритма, парасимпатических влияний на ритм сердца и повышение адаптационных возможностей организма.

Исследование психофизиологических показателей каратистов-мужчин под влиянием курса из 8 процедур ТЭС показало тенденцию к улучшению показателей времени реакции, достоверно улучшились показатели степени рассеивания моторного времени в тесте с одним критическим раздражителем (форма S1) и показатели моторного времени и степени рассеивания моторного времени в тесте с сочетанием критических раздражителей (форма S4) (табл.).

Таблица

Психофизиологические показатели каратистов-мужчин под влиянием курса из 8 процедур транскраниальной электростимуляции, Me (Q1; Q3)

Показатели	ОГ (n=5)		P<	КГ (n=5)		P<
	1 тест	2 тест		1 тест	2 тест	
Реакционный тест (RT) Форма тестирования S1						
Время реакции, мс	226 (214; 233)	230 (196; 231)	-	219,5 (211,5; 243)	225 (207; 235)	-
Моторное время, мс	89 (87; 99)	74 (73; 88)	0,04	90 (83,5; 106,5)	87 (69; 102)	-
Степень рассеивания времени реакции, мс	25 (25; 28)	18 (13; 20)	-	25 (21,5; 32,5)	26 (22; 29)	-
Степень рассеивания моторного времени, мс	15 (13; 25)	10 (9; 11)	0,04	16 (12; 19,5)	12 (7; 14)	-
Реакционный тест (RT) Форма тестирования S4						
Время реакции, мс	332 (321; 355)	310 (299; 318)	-	338 (291; 372)	291 (280; 318)	-
Моторное время, мс	93 (87; 102)	82 (70; 84)	0,04	104 (82; 131)	85 (73; 104)	-

Продолжение таблицы

Степень рассеивания времени реакции, мс	65 (43; 68)	54 (38; 57)	-	47 (42; 60)	45 (40; 59)	-
Степень рассеивания моторного времени, мс	13 (12; 15)	7 (7; 7)	0,04	12 (8; 17)	10 (9; 11)	-

Примечание: ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа; р – уровень значимости отличий по критерию Вилкоксона

У каратисток под влиянием курса из 8 процедур ТЭС также отмечалось достоверное улучшение психофизиологических показателей: снижалась степень рассеивания моторного времени в тесте с одним критическим раздражителем (до – 19 (16;23) мс; после – 13 (13; 14) мс, $p<0,05$) и показатель времени реакции в тесте с сочетанием критических раздражителей ((до – 352 (310; 376) мс; после – 306,5 (285; 340) мс, $p<0,04$)).

Заключение. Курс из 8 сеансов ТЭС длительностью 30 минут у высококвалифицированных спортсменов-каратистов увеличивает скорость сенсомоторных действий, повышает психическую работоспособность, оптимизирует симпато-парасимпатический баланс, снижает амплитуды бета-, дельта- и тета-ритмов.

Под влиянием курса ТЭС отмечается снижение средней и максимальной амплитуды быстрой (бета-высокочастотной и бета-низкочастотной) и медленноволновой (дельта- и тета-ритмы) активности. Данные изменения были более выражены у спортсменов мужского пола. Спортсмены проходили курс ТЭС в период УТС. Снижение амплитуд бета-, дельта- и тета-ритмов у спортсменов ОГ и отсутствие такового и даже частичное некоторое их повышение у спортсменов КГ свидетельствует о восстановительном эффекте ТЭС. Изменение показателей временного и спектрального анализа ВСР, вариационной пульсометрии у каратистов мужского и женского пола демонстрирует положительное влияние ТЭС на механизмы вегетативной регуляции сердечного ритма, что более выражено у женщин. Применение 4 сеансов и еще в большей степени 8 сеансов ТЭС способствует повышению функциональных возможностей и экономизации работы сердца, усилению влияния парасимпатического отдела ВНС и автономного контура регуляции сердечного ритма, что является признаком роста уровня тренированности и функциональных возможностей организма спортсменов.

Курс процедур ТЭС способствовал улучшению психофизиологических показателей: уменьшению времени и стабильности выполнения простой сенсомоторной реакции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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. Применение транскраниальной электростимуляции, эндомассажа и магнитного поля для срочного восстановления и посттравматической реабилитации спортсменов / Корягина Ю. В., Тер-Акопов Г. Н., Нопин С. В. [и др.] // Теория

и практика физической культуры. – 2019. – № 1. – С. 20-22.
4. Peripheral Electrical and Magnetic Stimulation to Augment Resistance Training / Abulhasan J. F., Rumble Y., Morgan E. R. [et al] // Journal of Functional Morphology and Kinesiology. – 2016. – Vol. 1. – № 3. – P. 328-342.
5. Friehs, M. A. Effects of single-session transcranial direct current stimulation on reactive response inhibition / M. A. Friehs, Ch. Frings, G. Hartwigsen // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. – 2021. – Vol. 128. – P. 749-765. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.07.013.
6. Stimulating performance: A scoping review on transcranial electrical stimulation effects on olympic sports / Friehs M. A., Whelan E., Güldenpenning I. [et al] // Psychology of Sport and Exercise. – 2022. – № 59. – P. 102130. DOI: 10.1016/j.psychsport.2021.102130.
7. Transcranial electrical stimulation nomenclature / Bikson M., Esmaeilpour Z., Adair D. [et al] // Brain stimulation. – 2019. – № 12(6). – P. 1349-1366. DOI: 10.1016/j.brs.2019.07.010.
8. Влияние неинвазивной транскраниальной электростимуляции на утомление и связанные с ним психофизиологические показатели состояния человека / Лебедев В. П., Ковалевский А. В., Газеева И. В. [и др.] // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования: сборник статей. – СПб, 2005. – Т. 2. – С. 69-93.
9. Дробышев, В. А. Применение транскраниальной электростимуляции и игрового биоуправления в коррекции вегетативных изменений у атлетов циклических видов спорта / В. А. Дробышев, И. В. Гувакова, Л. А. Кузнецова // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 64. – № 4. – С. 73-77.
10. Виноградова, О. Л. Использование метода транскраниальной электростимуляции для коррекции психофизиологического статуса спортсменов / О. Л. Виноградова // Транскраниальная электростимуляция. Экспериментально-клинические исследования: сборник статей. – СПб, 2009. – Т. 3. – С. 256-273.

REFERENCES

1. Roguleva L.G. Effect of the course of transcranial electric stimulation on the functional state of the nervous system of wrestlers and powerlifters. *Exercise Therapy and Sports Medicine*, 2015, no. 4 (130), pp. 31-35. (in Russ.)
2. Koryagina Yu.V., Roguleva L.G., Zamchij T.P. Transcranial electrostimulation to optimize psychophysiological functions in single combat wrestlers and weightlifters. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2015, no. 3, pp. 11-13. (in Russ.)
3. Koryagina Yu.V., Ter-Akopov G.N., Nopin S.V., Roguleva L.G., Kostyuk E.V. The use of transcranial electrical stimulation, endomassage and magnetic field for urgent recovery and post-traumatic rehabilitation of athletes. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2019, no. 1, pp. 20-22. (in Russ.)
4. Abulhasan J.F., Rumble Y.L.D., Morgan E.R., Slatter W.H., Grey M.J. Peripheral Electrical and Magnetic Stimulation to Augment Resistance Training. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2016, vol. 1, no. 3, pp. 328-342.
5. Friehs M.A., Frings Ch., Hartwigsen G. Effects of single-session transcranial direct current stimulation on reactive response inhibition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2021, vol. 128, pp. 749-765. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.07.013.
6. Friehs M.A., Whelan E., Guldenpenning I., Krause D., Weigelt M. Stimulating performance: A scoping review on transcranial electrical stimulation effects on Olympic sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 2022, no. 59, p. 102130.
7. Bikson M., Esmaeilpour Z., Adair D., Kronberg G., Tyler W.J., Antal A., Datta A., Sabel B.A., Nitsche M.A., Loo C. Transcranial electrical stimulation nomenclature. *Brain stimulation*, 2019, no. 12(6), pp. 1349-1366.
8. Lebedev V.P. et al. Effect of noninvasive transcranial electrical stimulation on fatigue and related psychophysiological indices of human condition. Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies: a collection of articles. Saint Petersburg, 2005, vol. 2, pp. 69-93. (in Russ.)
9. Drobyshev V.A., Guvakova I.V., Kuznetsova L.A. Transcranial electric stimulation and game biocontrol for correction of autonomous pathology in athletes of cyclic sports. *Siberian Medical Review*, 2010, vol. 64, no. 4, pp. 73-77. (in Russ.)
10. Vinogradova O.L. Using the transcranial electrical stimulation method to correct the psychophysiological status of athletes. Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies: a collection of articles. Saint Petersburg, 2009. vol. 3. pp. 256-273. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Гукас Николаевич Тер-Акопов – кандидат экономических наук, генеральный директор ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: sk@fmbamail.ru.
Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Сергей Викторович Нопин – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник центра медико-биологических технологий ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: work800@yandex.ru.
Людмила Геннадьевна Рогулева – кандидат медицинских наук, заведующая отделением спортивной медицины МЦ Юность ФФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.
Ольга Петровна Уханова – доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением – врач – аллерголог-иммунолог центра аллергологии-иммунологии и генно-инженерной терапии, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Gukas N. Ter-Akopov – Candidate of Economic Sciences, General Director of the FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: sk@fmbamail.ru.
Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.
Sergej V. Nopin – Candidate of Technical Sciences, Lead Researcher of the Center of Biomedical Technologies, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki, e-mail: work800@yandex.ru.
Lyudmila G. Roguleva – Candidate of Medical Sciences, Head of the Sports Medicine Department of the Yunost" Medical Center, Branch of the FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki.
Ol'ga P. Ukhanova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department, Allergologist, Immunologist of the Center of Allergology, Immunology and Gene Therapy, FSBI "North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency", Essentuki.

Для цитирования: Применение курса транскраниальной электростимуляции для восстановления спортсменов каратистов при тренировках в условиях Среднегорья / Тер-Акопов Г. Н., Корягина Ю. В., Нопин С. В. [и др.] // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_29

For citation: Ter-Akopov G.N., Koryagina Yu.V., Nopin S.V., Roguleva L.G., Ukhanova O.P. The transcranial electrical stimulation course in recovery of karatekas in conditions of training in middle altitude. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_02_29