

ПРИМЕНЕНИЕ ГИПОТЕРМИИ В СОЧЕТАНИИ
С ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЕЙ В СПОРТЕ
(краткое сообщение)

А.А. ХАДАРЦЕВ*, Н.А. ФУДИН**, И.А. МИНЕНКО***

*ФГБОУ ВО Тульский государственный университет, медицинский институт,
ул. Болдина, д. 128, г. Тула, 300012, Россия

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

***ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. Сеченова (Сеченовский университет) Минздрава России,
ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, г. Москва, 119048, Россия

Аннотация. Введение. В источниках литературы достаточно полно изучены механизмы терморегуляции, в том числе нарушения микроциркуляции при холодовой травме, особенности температуры кожи в различных отделах, изучена терморегуляция при охлаждении, и ее влияние на спортивные результаты, показана значимость предварительной гипотермии, воздействия низкоэнергетического лазерного излучения и транскраниальной электростимуляции для увеличения результативности спортивных физических нагрузок. **Материалы и методы исследования.** Наблюдались 34 спортсмена (1 разряд, мастер спорта) легкоатлетических спортивных дисциплин (бег на 1500 м и 800 м). Из них 20 – получали предварительное дозированное охлаждение и процедуры транскраниальной электростимуляции по общепринятой методике на устройстве «Трансаир - 04». Общее газовое криовоздействие осуществлялось в криосауне «КриоСпейс». Температура в камере -120 °С, экспозиция 3 минуты, курс коррекции – 10 дней. Эти воздействия чередовались: после курса криовоздействия – десятидневный курс транскраниальной электростимуляции. **Результаты и их обсуждение.** Показатели гемодинамики, определяемые по АПК «Симона 111» соответствуют снижению гиперсимпатикотонии и уровня стресса, улучшению функционального состояния организма и стрессоустойчивости, нормализацию нарушенных показателей гемодинамики. **Заключение.** Чередование ТЭС и криовоздействия является тренирующим, оптимизирующим физиологические показатели, что способствует повышению спортивных результатов.

Ключевые слова: предварительное дозированное охлаждение, спорт, транскраниальная электростимуляция, криовоздействие

USE OF HYPOTHERMIA IN COMBINATION WITH TRANSCRANIAL ELECTROSTIMULATION
IN SPORTS (short message)

A.A. KHADARTSEV*, N.A. FUDIN**, I.A. MINENKO***

*Tula State University, Medical Institute, Boldin Str., 128, Tula, 300012, Russia

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

***A.I. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) of the Ministry of Health
of Russia, Trubetskaya Str., 8, building 2, Moscow, 119048, Russia

Abstract. Introduction. In the literature sources, the mechanisms of thermoregulation are quite fully studied, including microcirculation disorders in cold injury, the features of skin temperature in various departments. Thermoregulation during cooling, and its influence on sports results has been studied. The significance of preliminary hypothermia, exposure to low-energy laser radiation and transcranial electrical stimulation for increasing the effectiveness of sports physical activity is shown. **Materials and research methods.** 34 sportsmen (1 category, master of sports) of track and field sports disciplines (1500 m and 800 m run) were observed. Of these, 20 received preliminary dosed cooling and transcranial electrical stimulation procedures according to the generally accepted method on the Transair - 04 device. The general gas cryoexposure was carried out in the cryosauna "CryoSpace". The temperature in the chamber is -120 °C, the exposure is 3 minutes, a course of correction is 10 days. These effects alternated: after a course of cryotherapy, a ten-day course of transcranial electrical stimulation. **Results and its discussion.** Hemodynamic parameters determined by APK "Simona 111" correspond to a decrease in hypersympathicotonia and stress levels, an improvement in the functional state of the body and stress resistance, and normalization of disturbed hemodynamic parameters. **Conclusion.** The alternation of TES and cryotherapy is training, optimizing physiological parameters, which contributes to the improvement of sports results.

Keywords: preliminary dosed cooling, sports, transcranial electrostimulation, cryotherapy

Медико-биологическое влияние низких температур на организм человека активно изучается с позиции поражающего влияния холода (отморожения, холодовой стресс, общее охлаждение), а также анализируются возможности гипотермии, как тренирующего фактора в спорте. Будучи явным стрессорным раздражителем, охлаждение, криовоздействие – активирует *кататоксические программы адаптации* (КПА) – стимуляцию симпатoadренальной системы, окислительной активности плазмы, свертывающих систем с иммуноактивацией. Исследуются физиологические и патологические механизмы терморегуляции. Изучаются – микроциркуляторные нарушения при местной холодовой травме, реактивность механизмов терморегуляции, флуктуации температуры кожного покрова, влияние уровня физической подготовленности на систему терморегуляции при охлаждении, значимость экстремальных холодовых воздействий на результативность спортсменов, эффекты гипотермических воздействий после спортивных нагрузок субмаксимальной мощности, использование охлаждающих аэрозолей в спортивной медицине, применение предварительной гипотермии при спортивных нагрузках [1, 6, 8, 9, 11-14].

Криовоздействие может быть *общим* и *локальным*. Технические возможности *общего* криовоздействия реализуются на *газовых установках, компрессионных установках* и погружением в *охлажденные жидкости*. Газовые установки могут быть групповыми или индивидуальными (*криокапсула, криобасейн, криокамера*). Компрессионные установки также могут быть групповыми и индивидуальными. *Локальное* криовоздействие осуществляется при помощи *компрессионных установок* (с использованием воздуха), *на газовых установках* (с использованием углекислоты, азота, воздуха), при помощи *местных холодовых ванн, криопакетов, ледяных аппликаций, орошения легкоиспаряющимися жидкостями*, термoeлектрического охлаждения *элементами Пельтье* [7].

Общее криовоздействие способствует снижению концентрации молочной кислоты после интенсивных физических нагрузок, нормализации иммунного статуса, обменных и регенеративных процессов [2]. В обзоре отечественной и зарубежной литературы, посвященном возможностям предварительной гипотермии в предсоревновательном периоде у спортсменов высшей квалификации, отмечена связь метаболизма с балансом теплопродукции и теплоотдачи. При этом краниocereбральная гипотермия способствует увеличению времени эффективной мышечной работы и отдалению наступления переутомления, что обусловлено нейропротекторным механизмом охлаждения. Отмечено, что предтренировочное снижение температуры тела оптимизирует гомеостаз, поскольку снижается шунтирование до 20% крови на кожу, с увеличением кровоснабжения работающих мышц. Вероятна также коррекция снижения $PaCO_2$ при повышении температуры окружающей среды из-за гипервентиляции – с соответствующим снижением мозгового кровотока. Приведены убедительные данные о практическом применении предварительного охлаждения в предтренировочном и предсоревновательном процессе с улучшением спортивных результатов [6].

Многолетнее использование эффектов *электромагнитных полей* и излучений, в том числе в спорте, позволило сформировать ряд подходов к сочетанному применению различных (медикаментозных и немедикаментозных) реабилитационно-восстановительных мероприятий. Так, использовалась *транскраниальная электростимуляция* (ТЭС), *интраназальный лазерофорез* (ЛФ) нейропептидов, *крайневысокочастотное* (КВЧ) излучение, *электромиостимуляция* и др. [3, 4, 5, 10, 13, 15, 16].

Цель исследования – определить целесообразность совместного применения предварительной гипотермии и воздействия электромагнитных полей и излучений в спорте.

Материалы и методы исследования. Под наблюдением находилось 34 спортсмена (1 разряд, мастер спорта) легкоатлетических спортивных дисциплин (бег на 1500 м и 800 м). Из них 20 – получали предварительное *дозированное охлаждение* и процедуры *транскраниальной электростимуляции* (ТЭС) – основная группа, и 14 – только предварительное *дозированное охлаждение* (контрольная группа). ТЭС проводилась по общепринятой методике на устройстве «Трансаир - 04» по окончании курса криовоздействия. *Общее газовое криовоздействие* (ОГК) осуществлялось в криосауне «Криоспейс». Температура в камере -120 °С, экспозиция 3 минуты, курс коррекции – 10 дней. Всем проведена оценка психологического статуса до и после лечения. У всех обследуемых выявлены объективные проявления спортивного психоэмоционального стресса. Психологического статус оценивался по Госпитальной Шкале Тревоги и Депрессии (HADS), с определением HADS-A (от англ. *Anxiety* – тревога) и HADS-B (от англ. *Depression* – депрессия), а также по опроснику САН (самочувствие, активность, настроение) и индексу межсистемной согласованности сердечно-сосудистой и респираторной систем (индексу Хильдебрандта). Использовалась также методика Спилбергера-Ханина с двумя бланками: один – для измерения показателей ситуативной тревожности, а второй – уровня личностной тревожности.

Состояние гемодинамики оценивалось на *программно-аппаратном комплексе* (ПАК) «Симона 111» до и после воздействия *дозированным охлаждением* в контрольной группе и *дозированным охлаждением* в сочетании с ТЭС – в основной группе.

Результаты и их обсуждение. Субъективные ощущения обследуемых основной группы заключались в улучшении сна, спортивных показателей в беге, как и в контрольной группе (без ТЭС), но время достижения улучшения спортивных показателей было меньшим. При оценке психологического статуса до и после криовоздействия и криовоздействия в сочетании с ТЭС зарегистрировано значительное улучшение психофизиологического статуса спортсменов. Показатели гемодинамики, определяемые по АПК «Симона 111» соответствуют снижению гиперсимпатикотонии и уровня стресса, улучшению функционального состояния организма и стрессоустойчивости, нормализацию нарушенных показателей гемоди-

намики, снижению уровня стресса. Увеличился показатель стрессоустойчивости – индекс стрессоустойчивости (ИСУ) – в основной группе с $9,2 \pm 0,06$ до $18,4 \pm 0,07$, в контрольной с $8,9 \pm 0,07$ до $11,8 \pm 0,01$.

Заключение. Чередование КПА, активируемых криовоздействием, с синтоксическими программами адаптации – активацией холинергических, антиоксидантных и противосвертывающих систем с иммуносупрессией, стимулируемыми ТЭС (через систему опиоидных пептидов) – соответствует балансу этих механизмов в физиологических условиях. Поэтому такое чередование является тренирующим, оптимизирующим физиологические показатели, что способствует улучшению физических кондиций спортсменов с повышением спортивных результатов.

Литература

1. Буторина А.В., Кондратенко Р.О., Нестеров С.Б. Разработка и апробация охлаждающего аэрозоля для спортивной медицины // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Холодильная техника и кондиционирование. 2015. № 1. С. 18–26.
2. Василенко В.С., Мамиев Н.Д., Семенова Ю.Б. Профилактика срыва адаптации сердечно-сосудистой системы у спортсменов методом криотерапии // Педиатр. 2018. Т. 9, № 6. С. 83–92.
3. 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. Публикация 2-8. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-8.pdf> (дата обращения 21.11.2017).
4. 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. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/8-4.pdf> (дата обращения 26.09.2016)
5. Грязев М.В., Куротченко Л.В., Куротченко С.П., Луценко Ю.А., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Экспериментальная магнитобиология: воздействие полей сложной структуры: Монография / Под ред. Т.И. Субботиной и А.А. Яшина. Москва – Тверь – Тула: Изд-во ООО «Триада», 2007. 112 с.
6. Конов А.В., Смоленский А.В., Беличенко О.И. Возможность применения предварительной гипотермии для повышения физической работоспособности (краткий обзор литературы) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. №2. Публикация 8-4. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/8-4.pdf> (дата обращения: 05.05.2016). DOI: 10.12737/19738.
7. Левин М.М., Малькевич Л.Л., Данилова Л.Л. Криотерапия: состояние и перспективы // Наука и инновации. 2018. № 4 (183). С. 72–75.
8. Левушкин С.П., Акимов Е.Б., Андреев Р.С., Якушкин А.В., Сонькин В.Д. Физиологические основания для применения гипотермических воздействий после спортивной работы субмаксимальной мощности // Медицина экстремальных ситуаций. 2015. № 4 (54). С. 81–89.
9. Михайличенко М. И., Шаповалов К. Г. Микроциркуляторные нарушения в патогенезе местной холодовой травмы // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2019. Т. 18, №2. С. 4–11. DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-2-4-11
10. Москвин С.В., Хадарцев А.А. КВЧ-лазерная терапия. М.-Тверь: Издательство «Триада», 2016. 168 с.
11. Портнов В.В., Медалиева Р.Х. Общие экстремальные холодовые воздействия и результативность спортсменов // Доктор.Ру. 2009. № 7 (51). С. 46–52.
12. Романов Ю.Н., Аминов А.С., Гомжина Ю.А., Романова Л.А. Реактивность механизмов терморегуляции у студенток 17-19 лет в зависимости от их спортивной квалификации // Физическое воспитание и спортивная тренировка. 2021. № 3 (37). С. 106–113.
13. Романов Ю.Н., Гомжина Ю.А., Романова Л.А. Флуктуации температуры кожного покрова при моделировании воздействия, сбивающего терморегуляцию у занимающихся циклическими видами спорта // Современные вопросы биомедицины. 2021. Т. 5, № 3 (16). С. 105–107.
14. Романов Ю.Н., Плетнев А.А., Задорина Е.В., Баймухаметова Э.Ф. Влияние уровня физической подготовленности студенток на систему терморегуляции при охлаждении // Теория и практика физической культуры. 2019. № 1. С. 35–36.
15. Токарев А.Р., Несмеянов А.А., Фудин Н.А. Комплексное воздействие транскраниальной электростимуляции и мексидола у тяжелоатлетов. В сборнике: Междисциплинарные исследования. Сборник научных статей к 25-летию вузовского медицинского образования и науки Тульской области. Тула, 2018. С. 5–11.
16. Фудин Н.А., Токарев А.Р., Паньшина М.В., Хадарцева К.А. Сочетанное применение транскраниальной электростимуляции в спорте. В сборнике: Лечебная физическая культура и спортивная медицина: достижения и перспективы развития. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины. 2019. С. 327–331.

References

1. Butorina AV, Kondratenko RO, Nesterov SB. Razrabotka i aprobacija ohlazhdajushhego ajerozol'ja dlja sportivnoj mediciny [Development and approbation of a cooling aerosol for sports medicine]. Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Serija: Holodil'naja tehnika i kondicionirovanie. 2015;1:18-26. Russian.
2. Vasilenko VS, Mamiev ND, Semenova JuB. Profilaktika sryva adaptacii serdechno-sosudistoj sistemy u sportsmenov metodom krioterapii [Prevention of disruption of adaptation of the cardiovascular system in athletes by cryotherapy]. Pediatr. 2018;9(6):83-92. Russian.

3. Gladkih PG, Tokarev AR, Kupeev VG. Transkraniálnaja jelektrostimuljacija v sochetanii s aminalonom pri psihojemotional'nom stresse (kratkoe soobshhenie) [Transcranial electrical stimulation in combination with aminalon in psychoemotional stress (brief report)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2017 [cited 2017 Nov 21];4 [about 7 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2017-4/2-8.pdf>.

4. Gladkih PG, Tokarev AR, Filonov KP, Mitjushkina OA. Reabilitacionno-ozdorovitel'nye tehnologii v publikacijah Tul'skoj nauchnoj shkoly (obzor literatury) [Rehabilitation and health technologies in publications of the Tula Scientific School (literature review)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2016 [cited 2016 Sep 26];3 [about 6 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-3/8-4.pdf>

5. Grjazev MV, Kurotchenko SP, Lucenko JuA, Subbotina TI, Hadarcev AA, Jashin AA. Jeksperimental'naja magnitobiologija: vozdejstvie polej slozhnoj struktury [Experimental magnetobiology: effects of fields of complex structure: Mono-graphy]: Monografija. Pod red. TI. Subbotinoj i AA. Jashina. Moscow – Tver' – Tula: Izd-vo OOO «Triada»; 2007. Russian.

6. Konov AV, Smolenskij AV, Belichenko OI. Vozmozhnost' primeneniya predvaritel'noj gipotermii dlja povysheniya fizicheskoj rabotosposobnosti (kratkij obzor literatury) [The possibility of using preliminary hypothermia to improve physical performance (a brief review of the literature)]. Vestnik novyh medicinskih tehnologij. Jelektronnoe izdanie. 2016 [cited 2015 May 05];2 [about 8 p.]. Russian. Available from: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2016-2/8-4.pdf>. DOI: 10.12737/19738.

7. Levin MM, Mal'kevich LL, Danilova LL. Krioterapija: sostojanie i perspektivy [Cryotherapy: state and prospects]. Nauka i innovacii. 2018;4 (183):72-5. Russian.

8. Levushkin SP, Akimov EB, Andreev RS, Jakushkin AV, Son'kin VD. Fiziologicheskie osnovanija dlja primeneniya gipotermicheskikh vozdejstvij posle sportivnoj raboty submaksimal'noj moshhnosti [Physiological grounds for the use of hypothermic effects after sports work of submaximal power]. Medicina jekstremal'nyh situacij. 2015;4 (54):81-9. Russian.

9. Mihajlichenko MI, Shapovalov KG. Mikrocirkuljatornye narusheniya v patogeneze mestnoj holodovoj travmy [Microcirculatory disorders in the pathogenesis of local cold injury]. Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija. 2019;18(2):4-11. DOI: 10.24884/1682-6655-2019-18-2-4-11 Russian.

10. Moskvín SV, Hadarcev AA. KVCh-lazernaja terapija [EHF-laser therapy]. Moscow-Tver': Izdatel'stvo «Triada»; 2016. Russian.

11. Portnov VV, Medalieva RH. Obshhie jekstremal'nye holodovye vozdejstvija i rezul'tativ-nost' sportsmenov [Total extreme cold exposure and the performance of athletes]. Doktor.Ru. 2009;7 (51):46-52. Russian.

12. Romanov JuN, Aminov AS, Gomzhina JuA, Romanova LA. Reaktivnost' mehanizmov termoreguljacii u studentok 17-19 let v zavisimosti ot ih sportivnoj kvalifikacii [Reactivity mechanisms of thermoregulation at students aged 17-19 years, depending on their sports skills]. Fizicheskoe vospitanie i sportivnaja trenirovka. 2021;3 (37):106-13. Russian.

13. Romanov JuN, Gomzhina JuA, Romanova LA. Fluktuacii temperatury kozhnogo pokrova pri modelirovanii vozdejstvija, sbivajushhego termoreguljaciju u zanimajushhihsja ciklicheskimimi vidami sporta [Fluctuations in the temperature of the skin when modeling the effects that knock down thermoregulation in cyclical sports]. Sovremennye voprosy biomeditsiny. 2021;5(16):105-7. Russian.

14. Romanov JuN, Pletnev AA, Zadorina EV, Bajmuhametova JeF. Vlijanie urovnja fizicheskoj podgotovlennosti studentok na sistemu termoreguljacii pri ohlazhdenii [Influence of the level of physical fitness of female students on the thermoregulation system during cooling]. Teorija i praktika fizicheskoj kul'tury. 2019;1:35-6. Russian.

15. Tokarev AR, Nesmejanov AA, Fudin NA. Kompleksnoe vozdejstvie transkraniálnoj jelektrostimuljaciej i meksidola u tjazheloatletov [Complex effects of transcranial electrical stimulation and mexidol in weightlifters]. V sbornike: Mezhdisciplinarnye issledovanija. Sbornik nauchnyh statej k 25-letiju vuzovskogo medicinskogo obrazovanija i nauki Tul'skoj oblasti. Tula; 2018. Russian.

16. Fudin NA, Tokarev AR, Pan'shina MV, Hadarceva KA. Sochetannoe primenenie transkraniálnoj jelektrostimuljaciej v sporte [Combined application of transcranial electrical stimulation in sports. In the collection: Therapeutic physical culture and sports medicine: achievements and prospects of development]. V sbornike: Lechebnaja fizicheskaja kul'tura i sportivnaja medicina: dostizhenija i perspektivy razvitiya. Materialy VIII Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashhennoj 50-letiju kafedry sportivnoj mediciny; 2019. Russian.

Библиографическая ссылка:

Хадарцев А.А., Фудин Н.А., Миненко И.А. Применение гипотермии в сочетании с транскраниальной электростимуляцией в спорте (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2022. №1. Публикация 3-9. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/3-9.pdf> (дата обращения: 21.02.2022). DOI: 10.24412/2075-4094-2022-1-3-9*

Bibliographic reference:

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

* номера страниц смотреть после выхода полной версии журнала: URL: <http://medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2022-1/e2022-1.pdf>