УДК 61:796/79

Разинкин С.М.¹, Дворников М.В.², Артамонова И.А.³, Петрова В.В.¹, Киш А.А.¹, Зорин М.Ю.¹, Коновалов Д.П.⁴, Брагин М.А.¹**ЭФФЕКТИВНОСТЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ЖИДКОСТИ НА ТЕПЛОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**¹ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, ул. Маршала Новикова, 23, Москва, Россия, 123098;²Научно-исследовательский испытательный центр авиационной, космической медицины и военной эргономики Центрального научно-исследовательского института Военно-воздушных сил Министерства обороны России, Петровско-Разумовская аллея, 12-а, Москва, Россия, 127083;³ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Сиреневый б-р, 4, Москва, Россия, 105122;⁴ООО «МонтКлиник», ул. Трофимова, 24/1, Москва, Россия, 115432

Представлены результаты оценки эффективности влияния специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур.

В исследовании участвовало 7 спортсменов мужского пола циклических видов спорта, спортивный разряд не ниже 1-го взрослого, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года. Все спортсмены прошли двукратное обследование, включающее: сбор анамнеза, жалоб, осмотр врача, субъективную оценку теплоощущений, измерение веса, термометрию (тимпанальную, сублингвальную, ректальную и кожную (в пяти точках)), эргоспиromетрическое нагрузочное тестирование. Изменение теплового состояния спортсменов оценивалось по динамике средневзвешенной температуры кожи и ректальной температуры. Кроме того, учитывалась субъективная оценка теплоощущений. Эффективность охлаждающей жидкости определялась по динамике времени выполнения нагрузки, максимального потребления кислорода и порогу анаэробного обмена.

Выявлена целесообразность использования охлаждающей жидкости в спортивных командах летних видов спорта при выполнении специфической нагрузки после проведения индивидуальных проб на предмет возникновения побочных аллергических реакций.

Ключевые слова: спортивная медицина; тепловое состояние; климатическая нагрузка; специальная охлаждающая жидкость; спорт высших достижений; высокие температуры; охлаждение

Для цитирования: Разинкин С.М., Дворников М.В., Артамонова И.А., Петрова В.В., Киш А.А., Зорин М.Ю., Коновалов Д.П., Брагин М.А. Эффективность специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 1: 60–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-60-63>

Для корреспонденции: Брагин Михаил Александрович, мл. науч. сотр. отдела экспериментальной спортивной медицины ФГБУ «ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна» ФМБА России. E-mail: mishaman90@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Sergey M. Rasinkin¹, Mikhail V. Dvornikov², Irina A. Artamonova³, Viktoriya V. Petrova¹, Anna A. Kish¹, Mikhail Y. Zorin¹, Dmitriy P. Konovalov⁴, Mikhail A. Bragin¹

EFFICIENCY OF SPECIAL COOLING LIQUID ON THERMAL STATE OF ATHLETES AT HIGH TEMPERATURES¹Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA, 23, Marshal Novikov str., Moscow, Russia, 123098²Research Center for Aviation, Space Medicine and Military Ergonomics, Central Research Institute of the Air Force of the Ministry of Defense of Russia, 12-a, Petrovsko-Razumovskaya Alley, Moscow, Russia, 127083;³Russian State University of Physical Culture, Sport, Youth and Tourism, 4, Sirenevyi Boulevard, Moscow, Russia, 105122⁴LLC «MontKlinik», 24/1, Trofimova str., Moscow, Russia, 115432

The article presents results of evaluating efficiency of special cooling liquid influence on heat state of athletes at high temperatures.

The study covered 7 male athletes of cyclic sports, with sport rank at least 1 adult, average age 19.29 ± 1.80 years. All the athletes underwent double examination including: anamnesis and complaints records, doctor's examination, subjective evaluation of heat sensations, weight measurements, thermometry (tympanic, sublingual, rectal and skin (in 5 points)), ergospirometric stress testing.

Changes in the athletes' heat state were evaluated via dynamics of weighted average skin temperature and rectal temperature. Moreover, subjective evaluation of heat sensations was considered. Efficiency of the cooling liquid was assessed via dynamics of exercises performance time, maximal oxygen consumption and anaerobic metabolism threshold.

The cooling liquid use appeared to be expedient in sport teams of summer sports for specific exertion after individual tests for adverse allergic reactions.

Key words: sport medicine; heat state; climate load; special cooling liquid; high achievements sports; high temperatures; cooling

For citation: Rasinkin S.M., Dvornikov M.V., Artamonova I.A., Petrova V.V., Kish A.A., Zorin M.Y., Konovalov D.P., Bragin M.A. Efficiency of special cooling liquid on thermal state of athletes at high temperatures. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 1: 60–63. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-1-60-63>

For correspondence: Mikhail A. Bragin, junior researcher of experimental sport medicine department of Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA. E-mail: mishaman90@mail.ru

Sponsorship: The study had no sponsorship.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Соревновательная деятельность в условиях жаркого и влажного климата сопряжена с изменением теплового состояния спортсменов, что приводит к снижению спортивных результатов [1,4,7]. Ввиду этого необходим комплексный и в то же время индивидуальный подход к подготовке спортсменов с учетом множества факторов [5,6,9]. Наиболее важным аспектом является индивидуальная оценка устойчивости спортсмена к условиям высоких температур [2,3,8]. Одним из актуальных вопросов адаптации спортсменов к условиям высоких температур является возможность использования индивидуальных средств коррекции их теплового состояния, к которым относится и специальная охлаждающая жидкость.

Согласно литературным данным, специальная охлаждающая жидкость снижает температуру кожи [12], позволяет лучше переносить условия жаркого и влажного климата [13]. Оценивалась эффективность предварительного охлаждения спортсменов, что позволяло рекомендовать использование специальной охлаждающей жидкости перед началом физической деятельности, а также во время разминки [10,11].

Цель исследования — определение эффективности применения специальной охлаждающей жидкости для повышения теплоустойчивости у спортсменов.

Материал и методы. В исследовании участвовало 7 спортсменов циклических видов спорта, спортивный разряд не ниже 1-го взрослого, мужского пола, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года. Все спортсмены были допущены по состоянию здоровья к занятиям спортом. На момент нача-

ла проведения исследования жалоб на состояние здоровья спортсмены не предъявляли, также отсутствовали травмы головы и позвоночника.

В ходе исследования использовалась специальная охлаждающая жидкость (ОЖ), в состав которой входит: вода, спирт денатурированный, ПЭГ-7, глицерил кокоат, ментол, камфора.

Все спортсмены проходили двукратное обследование, включающее в себя: сбор анамнеза, жалоб, осмотр врача, субъективную оценку теплоощущений, измерение влагопотерь, термометрию (тимпанальную, сублингвальную, ректальную и кожную (в пяти точках)), эргоспирометрическое нагрузочное тестирование. Термометрия выполнялась с помощью термодатчиков (термохронов) «Ibutton». Исследования проводились в климатической комнате (термокамере) с регулируемыми параметрами температуры и влажности (температура от -20 до 50 °С, влажность от 10 до 100%).

Спортсмены участвовали в двух сериях исследований, первая серия проходила при температуре 33 °С и влажности 75% без использования ОЖ, вторая серия в таких же условиях с использованием ОЖ (перед входом в условия с высокой температурой окружающей среды замачивалась футболка спортсмена (100% хлопок) до полного пропитывания в ОЖ с водой в пропорции 1:5 (50 мл охлаждающей жидкости к 250 мл воды комнатной температуры), далее футболка отжималась вручную и надевалась спортсменом).

В каждой серии спортсмен проходил исследование согласно циклограмме, табл. 1.

Таблица 1

Общая часть циклограммы обследования на беговой дорожке для каждого этапа исследования
General part of cyclogram in treadmill test for every stage of the study

№ п/п	Процедура
1	Врачебный осмотр
2	Инструктаж
3	Взвешивание без одежды
4	Измерение артериального давления
5	Измерение тимпанальной и сублингвальной температуры
6	Постановка ректального датчика
7	Наложение накожных термодатчиков в пяти точках
8	Фиксирование пояса Полар
9	Надевание футболки
10	Взвешивание в одежде
11	Заход в термокамеру
12	Опрос о субъективной оценке теплоощущений
13	Фиксация прямого показателя ректальной температуры
14	10-минутное пассивное пребывание в термокамере
15	Фиксация прямого показателя ректальной температуры каждую минуту во время пребывания в термокамере
16	Опрос о субъективной оценке теплоощущений каждые 2 минуты во время нагрузки и в период восстановления до выхода из термокамеры
17	Выполнение бега «до отказа» по заданному протоколу со ступенчато-возрастающей нагрузкой
18	7-минутное восстановление после нагрузки на беговой дорожке, пребывание в термокамере после прекращения нагрузки
19	8-минутное пассивное пребывание в термокамере после схода с дорожки
20	Выход из термокамеры
21	Взвешивание в одежде
22	Измерение артериального давления
23	Измерение тимпанальной и сублингвальной температуры
24	Снятие пояса Полар
25	Извлечение ректального термодатчика
26	Взвешивание без одежды

Эргоспирометрическое нагрузочное тестирование проводилось на беговой дорожке «до отказа» (табл. 2). Последовательность прохождения этапов у всех спортсменов была одинаковой, соблюдался режим труда — отдыха, а также хронометраж дня.

Таблица 2

Протокол нагрузочного тестирования на беговой дорожке

Protocol of stress test on treadmill

Степень	Скорость, км/ч	Угол, градусы	Продолжительность, мин.
Нагрузка	1	3,0	2
	2	4,5	2
	3	5,8	2
	4	6,9	2
	5	8,2	2
	6	9,6	2
	7	11,0	2
	8	11,5	до отказа
Восстановление	2,7	0	7
	0	0	8

Результаты исследования и их обсуждение. Ректальная температура перед стартом с использованием ОЖ была ниже на 0,3 °С, что объясняется снижением предстартового напряжения благодаря охлаждающему эффекту жидкости. На этапе физической нагрузки ректальная температура без ОЖ увеличивалась, в среднем, на 0,63 °С, с использованием ОЖ — на 0,51 °С. Во время восстановления без использования ОЖ увеличение продолжалось весь период еще на 0,41 °С, с жидкостью температура увеличивалась на 0,61 °С. В результате, в среднем, разница ректальных температур составляла 0,2–0,3 °С, прирост без жидкости — 1,15 °С, с жидкостью — 1,19 °С.

Установлено изменение средневзвешенной температуры кожи (СВТК). Перед нагрузкой, в климатической камере, без применения ОЖ СВТК была выше на 0,5 °С, в сравнении с жидкостью, разница увеличивалась в процессе нагрузки до 0,72 °С. В условиях ВТ без использования ОЖ прирост температуры во время нагрузки составлял 0,85 °С, и во время восстановления она увеличивалась еще на 1,2 °С. С применением ОЖ прирост составлял 0,94 °С и 1,37 °С соответственно. В среднем, в условиях высоких температур СВТК была выше на 0,6 °С, прирост без использования ОЖ составил 2,6 °С.

Для оценки субъективных теплоощущений спортсменам была предложена балльная шкала: где 0 баллов — «комфорт», 1 балл — «тепло», 2 балла — «жарко», 3 балла — «очень жарко», 4 балла — «непереносимо жарко».

Без использования ОЖ во время нагрузки показатель теплоощущений увеличивался с 0,7 до 3,3 балла и плавно снижался во время восстановления до 0,6 балла. С использованием ОЖ теплоощущения во время нагрузки увеличивались с 0 до 3 баллов и снижались во время восстановления до 0,6 балла. Теплоощущения были ниже при использовании жидкости на 0,48 балла во время выполнения исследования.

С использованием ОЖ при выполнении физической нагрузки ЧСС ниже в среднем на 7 уд/мин, на «отказе» на 3 уд/мин, во время восстановления на 3 уд/мин, чем без использования ОЖ.

Общие влагопотери с использованием ОЖ были выше 9,5% при том, что их эффективность снизилась на 14%.

В табл. 3 приведены данные изменения показателей нагрузочного тестирования без использования ОЖ (серия 1) и с использованием ОЖ (серия 2). Как видно из представленных данных, использование ОЖ привело к увеличению времени нагрузки, в среднем на 25 секунд, что сопровождалось незначительным изменением максимального потребления кислорода (МПК) и порога анаэробного обмена (ПАНО).

Следует отметить, что при использовании ОЖ спортсмены предъявляли следующие жалобы: 57% спортсменов отмечали чувство жжения и покалывания с покраснением кожных покровов в области наибольшего прилегания обработанной одежды; 14% спортсменов указали на «мешающий, резкий» запах жидкости, чувство «обжигания бронхов» и раздражающее действие паров жидкости на глаза.

Выводы:

1. Применение специальной охлаждающей жидкости позволяет повысить время переносимости аэробной нагрузки в условиях высоких температур в среднем на 2,5%. Увеличение времени переносимости аэробной нагрузки сопровождается снижением ректальной температуры (способствуя уменьшению предстартового напряжения) и средневзвешенной температуры кожи на всем протяжении нагрузочного тестирования. Оказывает положительное влияние на субъективный уровень теплоощущений как при выполнении нагрузки, так и в период восстановления, во время которого снижение теплоощущений происходит быстрее.

2. Специальная охлаждающая жидкость может оказывать раздражающее действие, что обусловливается индивидуальной непереносимостью компонентов состава охлаждающей жидкости. Поэтому использование охлаждающей жидкости в спортивных командах летних видов спорта возможно после проведения индивидуальных проб на предмет возникновения возможных побочных аллергических реакции. Решение о необходимости применения охлаждающей жидкости следует оставить за самим спортсменом и тренером.

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей нагрузочного тестирования на беговой дорожке в условиях термокамеры (M±m)

Comparative evaluation of stress test parameters on treadmill in thermal camera (M±m)

Климатические условия: температура 33 °С, влажность 75%		
Показатель	Серия 1 (n=7) (фоновое обследование)	Серия 2 (n=7) (с использованием жидкости)
Время нагрузки, с	975,86±30,39	1 001,14±32,46
Время ПАНО, с	820,57±17,20	732,43±27,12*
МПК, мл/мин/кг	58,70±0,72	57,44±1,01

Примечание: * — p<0,05

Note: * — p<0.05

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аталиев Я.А., Овезгельдиева Г.О., Григорян А.Г., Кулиева А.М. Влияние высокой внешней температуры на физическую работоспособность спортсмена. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2009; 3:35–8.
2. Павлов А.С. О физиологической тяжести гипертермии различной этиологии для человека. *Физиология человека*. 2006; 4: 110–5.
3. Разинкин С.М., Котенко К.В., Петрова В.В., Фомкин П.А., Киш А.А., Нетребина А.П., Петрова М.С., Иванова И.И. Оценка адаптационных возможностей организма профессиональных спортсменов и лиц, активно занимающихся спортом, к экстремальным климатическим условиям с использованием различных методов. *Физиотерапевт*. 2013; 4: 28–39.
4. Петрова Т.В., Васин М.В., Разинкин С.М., Шаньгин О.Г. Влияние гипертермии на некоторые гормональные и иммунные показатели человека. *Физиология человека*. 1991; 3: 94.
5. Разинкин С.М., Берзин И.А., Петрова В.В., Самойлов А.С., Фомкин П.А. Физиолого-гигиеническое обоснование оптимизации процессов адаптации спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро (обзор литературы). *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 22–32.
6. Уйба В.В., Мирошникова Ю.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С., Петрова В.В., Фомкин П.А., Богомолова М.М. Обоснование системы физиолого-гигиенического обеспечения адаптации спортсменов сборных команд России к условиям Рио-де-Жанейро. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 8–21.
7. Дворников М.В., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Нетребина А.П., Киш А.А. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды. *Мед. труда и пром. экол.* 2013; 9: 37–42.
8. Клинико-функциональная диагностика, профилактика и реабилитация профессионально обусловленных нарушений и субклинических форм заболеваний у летного состава: практическое руководство по авиационной клинической медицине. Ажаев А.Н., Афанасьев Р.В., Багаудинов К.Г., Батищева Г.В. и др. Под общ. ред. проф. Р.А. Вартбаронова. М.: Международная академия проблем человека в авиации и космонавтике; 2011.
9. Самойлов А.С., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Выходец Е.Т. Методологические аспекты оценки эффективности технологий спортивной медицины. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2015; 4: 45–55.
10. Voss W, Schlippe G. Dermatological report for a skin-cooling study, test for compatibility and efficacy. Dermatest (Medical Research Company); 2008.
11. Williams S. *Energizer research data confirms that evaporative cooling improves the hydration status and endurance*. University of Bath; 2012.
12. Susstrunk H. Physiological pathway of metabolism. Institute for Medical Research IMR 2013: 12.
13. Uckert S, Joch W. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*. 2007; 41 (6): 380–4.

REFERENCES

1. Ataliev Ia.A., Ovezgeldieva G.O., Grigorian A.G., Kulieva A.M. Influence of high external temperature on athlete's physical capacity. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kultury i sporta*. 2009; 3:35–8 (in Russian).
2. Pavlov A.S. On physiologic severe effects in humans due to hyperthermia varying in etiology. *Fiziologiya cheloveka*. 2006; 4: 110–5 (in Russian).
3. Razinkin S.M., Kotenko K.V., Petrova V.V., Fomkin P.A., Kish A.A., Netrebina A.P., Petrova M.S., Ivanova I.I. Evaluation of various methods for adaptation resources of professional athletes and active sporty individuals to extreme climate conditions. *Fizioterapevt*. 2013; 4: 28–39 (in Russian).
4. Petrova T.V., Vasin M.V., Razinkin S.M., Shanguin O.G. Influence of hyperthermia on some hormonal and immune parameters of humans. *Fiziologiya cheloveka*. 1991; 3: 94 (in Russian).
5. Razinkin S.M., Berzin I.A., Petrova V.V., Samoilov A.S., Fomkin P.A. Physiologic hygienic basis of optimized adaptation of athletes to Rio de Janeiro conditions (review of literature). *Meditsina ekstremalnykh situatsii*. 2015; 4: 22–32 (in Russian).
6. Uiba V.V., Miroshnikova Iu.V., Razinkin S.M., Samoilov A.S., Petrova V.V., Fomkin P.A., Bogomolova M.M. Basis for system of physiologic hygienic support for adaptation of Russian national team athletes to Rio de Janeiro conditions. *Meditsina ekstremalnykh situatsii*. 2015; 4: 8–21 (in Russian).
7. Dvornikov M.V., Razinkin S.M., Petrova V.V., Fomkin P.A., Netrebina A.P., Kish A.A. Method of individual assessment of athletes' resistance to maximal physical load in changed hypoxic and hypothermic environment. *Med. truda i prom. ekol.* 2013; 9: 37–42 (in Russian).
8. R.A. Vartbaronov, ed., Azhaev A.N., Afanasev R.V., Bagaudinov K.G., Batishcheva G.V. et al. Clinical functional diagnosis, prevention and rehabilitation of occupationally related disorders and subclinical types of diseases in pilots: practical manual on aviation clinical medicine. Moscow: Mezhdunarodnaia akademiia problem cheloveka v aviatsii i kosmonavtike; 2011 (in Russian).
9. Samoilov A.S., Razinkin S.M., Petrova V.V., Fomkin P.A., Vykhodets E.T. Methodologic aspects of evaluating efficiency of sport medicine technologies. *Meditsina ekstremalnykh situatsii*. 2015; 4: 45–55 (in Russian).
10. Voss W, Schlippe G. Dermatological report for a skin-cooling study, test for compatibility and efficacy. Dermatest (Medical Research Company); 2008.
11. Williams S. *Energizer research data confirms that evaporative cooling improves the hydration status and endurance*. University of Bath; 2012.
12. Susstrunk H. Physiological pathway of metabolism. Institute for Medical Research IMR 2013: 12.
13. Uckert S, Joch W. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. *Br J Sports Med*. 2007; 41 (6): 380–4.

Дата поступления 10.05.2017

Дата принятия в печать 19.06.2017

Дата публикации 18.01.2019