

ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ – ФЕДЕРАЛЬНЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ
БИОФИЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИМЕНИ А.И. БУРНАЗЯНА»**

На правах рукописи

Брагин Михаил Александрович

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА В
УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР**

3.1.33 – восстановительная медицина, спортивная медицина,
лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научные руководители:
доктор медицинских наук, профессор
Сергей Михайлович Разинкин
член-корр. РАН, доктор медицинских наук, профессор
Александр Сергеевич Самойлов

Москва – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1. Теплоустойчивость и адаптация организма к условиям высоких температур	12
1.2. Физиологические механизмы воздействия при выполнении нагрузки в условиях повышенных температур	15
1.3. Использование средств и методов коррекции теплового состояния спортсмена в условиях воздействия высоких температур	18
1.4. Оценка тепловой устойчивости у лиц экстремальных профессий	19
1.5. Применение специальной охлаждающей жидкости как средства коррекции теплового состояния спортсмена.....	21
ГЛАВА II. Материалы и методы исследования.....	25
2.1. Материалы и организация (дизайн) исследования	25
2.2. Методы исследования.....	28
2.2.1. Тестирование в климатической комнате	28
2.2.2. Методика проведения обследования на беговой дорожке	31
2.2.3. Методы оценки теплового состояния спортсмена	32
2.2.4. Методы коррекции теплового состояния спортсмена	37
2.2.5. Методы математической статистики	41
ГЛАВА III. Результаты собственных исследований	42
3.1. Влияние климатических условий на функциональное состояние спортсменов	42
3.2. Влияние климатических условий на физическую работоспособность спортсменов	46
3.3. Разработка интегрального показателя теплового состояния спортсмена.....	52
3.4. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании средств коррекции.....	65
3.4.1. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в условиях высоких температур	65
3.4.2. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в сравнении с водой в условиях	

высоких температур.....	71
3.4.3. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в четырёх вариантах в условиях высоких температур.....	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	87
ВЫВОДЫ	95
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	97
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	99
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	101
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	119
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	121
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	122

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность и степень разработанности темы исследования

Оптимизация функционального состояния спортсмена при работе в неблагоприятных климатических условиях регионов проведения соревнований, особенно при действии высокой температуры, является неотъемлемым звеном системы обеспечения максимальной результативности спортсмена на соревнованиях (Уйба В.В., и др., 2014, 2015, Мирошникова Ю.В., и др. 2015, Яшина Е.Р., и др. 2016, Абрамова Т.Ф., и др. 2017). Проблема нашла свое отражение в ряде работ, имеющих как общетеоретическое, так и практическое значение (Поляев Б.А., и др. 2008, Разумов А.Н., и др. 2011, 2017, Бадтиева В.А., и др. 2016, Бобровницкий И.П., и др. 2019).

Учитывая транснациональный характер спорта высших достижений, следует отметить, что реализация профессионально важных качеств разных спортсменов высокой квалификации, при практически сходных параметрах их физического состояния, зависит от ряда независимых факторов, включая такие, как климатогеографические параметры мест проведения спортивных состязаний, зависит от высоты над уровнем моря, от температуры, влажности, скорости ветра (Португалов С.Н., и др. 2013, Загородный Г.М., и др. 2016, Самойлов А.С. и др., 2016, 2018).

Функциональное состояние спортсмена напрямую зависит от внешней температуры, продолжительности времени воздействия и исходного уровня здоровья организма. При перегревании появляется избыточное теплосодержание что приводит к изменению теплового баланса в организме (Ажаев А.Н. 1979, 1988, Брюк К. 2017, Racinais S. et al. 2020), нарушается водно-солевой обмен, появляется дегидратация организма и это сопровождается ухудшением работы разных систем организма, в том числе психофизиологических функций (Кощев В.С., и др. 1986, Коц Я.М. 1998, Солодков А.С., и др. 2018). Под действием гипертермии вышеописанные функциональные нарушения негативно влияют на показатели

спортсменов, в первую очередь на результативность (Аталиев Я.А., и др. 2009, Панина Н.Г. 2010, Разинкин С.М. и др., 2017, 2018).

В последнее время крупнейшие спортивные мероприятия проводятся преимущественно в развивающихся странах, расположенных вблизи экватора. По этой причине организм спортсменов подвергается нехарактерным воздействиям повышенных температур, даже патологического характера (Иорданская Ф.А., и др. 2018, С.L. Benjamin et al. 2019). Так, например, в 2014 году был остановлен Австралийский кубок по теннису из-за появления признаков солнечного удара у некоторых спортсменов. Чемпионат мира по футболу в Бразилии приостанавливался для принятия дополнительных мер по охлаждению спортсменов и восстановлению водно-солевого баланса при температуре воздуха выше 39°C (Nassis G. P. et al. 2015). Поэтому при соревнованиях в условиях высоких температур приоритетное значение должно уделяться первичной профилактике перегревания (Меерсон Ф.З., и др. 1981, Парастаев С.А., и др. 2017, S.T. Tebeck et al. 2019).

В то же время, в литературе отсутствуют данные о комплексной оценке теплового состояния спортсмена во время выполнения интенсивной физической нагрузки. Нет критериев, по которым оценивается тепловое состояние спортсменов. Вышеизложенное служит основанием для проведения настоящих исследований.

Цель исследования – разработка и научное обоснование методики оценки теплового состояния спортсмена при выполнении физической нагрузки в условиях жаркого и влажного климата.

Задачи исследования

1. Определить наиболее значимые факторы, оказывающие негативное влияние на общее состояние и физическую работоспособность спортсменов сборных команд Российской Федерации по летним видам спорта в условиях высоких температур.

2. Определить влияние различных температурных условий на физическую работоспособность спортсменов во время нагрузочного тестирования на беговой дорожке со ступенчато возрастающей нагрузкой «до отказа»

3. Оценить информативность и прогностическую значимость показателей теплового состояния спортсменов при нагрузке в условиях высоких температур в полунатурных исследованиях.

4. Разработать интегральный показатель теплового состояния спортсмена, включающий в себя средневзвешенную температуру кожи, среднюю температуру тела, уровень теплоощущений и частоту сердечных сокращений.

5. Определить информативность интегрального показателя теплового состояния спортсмена при использовании средств коррекции (специальная охлаждающая жидкость и вода) в условиях воздействия высоких температур.

Научная новизна

Впервые установлено негативное влияние климатических факторов, таких как высокая температура, влажность воздуха, интенсивная инсоляция, ветер и осадки на общее состояние и работоспособность спортсменов.

Впервые показана степень влияния разных условий высоких температур на показатели физической работоспособности спортсменов при проведении нагрузочного тестирования «до отказа». Установлено что с ростом температуры воздуха увеличивается негативное действие на физическую работоспособность спортсмена, что выражается в существенном снижении времени нагрузки и максимального потребления кислорода.

Впервые в спорте высших достижений в результате проведения комплексной оценки теплового состояния спортсмена во время нагрузки "до отказа" в условиях жаркого и влажного климата показано увеличение показателей ректальной температуры и средневзвешенной температуры кожи, что приводит к ухудшению теплового состояния спортсменов.

Разработан интегральный показатель теплового состояния спортсмена, позволяющий отображать величину тепловой нагрузки, соответствующей степени

теплового дискомфорта для оценки уровня адаптированности спортсмена в процессе тренировочно-соревновательной деятельности в условиях жаркого и влажного климата.

Разработан метод коррекции теплового состояния спортсменов с применением специальной охлаждающей жидкости, позволяющий существенно снизить средневзвешенную температуру кожи, ректальную температуру, частоту сердечных сокращений и интегральный показатель теплового состояния.

Теоретическая значимость

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении представлений об изменении теплового состояния спортсменов при выполнении физической нагрузки в условиях высоких температур.

Практическая значимость

Для внедрения в практику спортивной медицины разработана методика оценки теплового состояния спортсмена, позволяющая прогнозировать степень отягощающего действия высоких температур на уровень физической работоспособности и успешность выполнения профессиональной деятельности спортсменами различных видов спорта, а также определить эффективность методов и средств коррекции теплового состояния в условиях высоких температур.

Применение интегрального показателя теплового состояния спортсмена в условиях высоких температур позволяет отображать величину тепловой нагрузки оценить уровень адаптированности спортсмена для коррекции тренировочного плана.

Применение специальной охлаждающей жидкости с целью коррекции теплового состояния спортсменов при нагрузке в условиях высоких температур позволяет снизить степень теплового дискомфорта.

Методология исследования

Предварительная работа включала изучение, анализ и систематизацию

имеющихся литературных данных о подходах к оценке теплового состояния в спорте высших достижений, об адаптации спортсменов к условиям воздействия высоких температур.

Работа является исследованием, в котором приняли участие спортсмены, с разрядом не ниже 1-го взрослого. Обследование спортсменов проводилось с применением медико-биологических методов исследования, апробированных в области спорта. Изучалось состояние адаптационных и функциональных резервов спортсменов в условиях жаркого климата. Достоверность результатов подтверждена использованием методов математической статистики.

В ходе исследования применялись клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы. Исследование проводилось в соответствии с Законодательством Российской Федерации и Международными этическими принципами Хельсинской Декларации. Перед началом исследования каждый спортсмен подписывал форму информированного согласия.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Комплекс климатических факторов, оказывающих негативное влияние на субъективную оценку общего состояния и физической работоспособности спортсменов, включает в себя высокую температуру (более 30°C) и влажность воздуха (более 70%), интенсивную инсоляцию (прямые солнечные лучи), ветер (более 10 м/с), а также наличие осадков (дождь и снег), степень негативного влияния которых зависит от места проведения соревновательной деятельности (закрытые или открытые игровые площадки).

2. Проведение нагрузочного тестирования «до отказа» в условиях возрастающей гипертермии (температура воздуха от 28-29°C до 38-39°C, влажность 75%) приводит к прогрессивному снижению времени нагрузки и показателя максимального потребления кислорода у спортсменов по сравнению с условиями нормотермии (температура 22°C, влажность 35%), что необходимо учитывать при составлении регламента проведения тренировочно-соревновательной деятельности в условиях жаркого и влажного климата.

3. Интегральный показатель теплового состояния спортсмена, учитывающий уровень теплоощущений, частоту сердечных сокращений, средневзвешенную температуру кожи и среднюю температуру тела, отображает степень тепловой нагрузки, а также информацию о текущем тепловом состоянии спортсмена с целью оценки уровня его адаптированности.

Внедрение результатов исследования

Технологии оценки теплового состояния спортсменов внедрены в практическую деятельность сборной команды России по гребному спорту. реализованы в образовательных программах кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России,

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности полученных данных основана на анализе большого объема исследований 190 спортсменов различных видов спорта, со спортивным разрядом не ниже 1-ого взрослого. В диссертационной работе использовались современные методы исследования и статистической обработки данных.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на:

1. XI Всероссийский форум «Здоровье нации - основа процветания России», Москва, 2017.
2. II Всероссийская научно-практическая конференция по вопросам спортивной науки в детско-юношеском и адаптивном спорте, Москва, 2017.
3. Школа-конференция молодых ученых с международным участием «Ильинские чтения», Москва, 2018.
4. XIV международная научная конференция по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений "Спортмед-2019",

Москва, 2019.

5. Школа-конференция молодых ученых и специалистов «Ильинские чтения», Москва, 2020.

Диссертация апробирована на совместном заседании Лаборатории экспериментальной спортивной медицины и Кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им А.И. Бурназяна ФМБА России, протокол № 1 от 17.06.2021 г.

Публикации материалов исследования

По теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, в том числе 1 статья в журнале, входящем в международную базу данных SCOPUS, 5 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации; издана 1 коллективная монография.

Личный вклад автора

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии на всех этапах планирования и выполнения диссертационной работы. Цели и задачи исследования были сформулированы совместно с научными руководителями, исходя из которых был разработан дизайн исследования. Автором лично проведен сбор и анализ публикаций по теме исследования на основании российских и зарубежных баз данных. В ходе реализации исследования Автор участвовал в обследовании спортсменов, проводил оценку теплового состояния, анализировал и описывал результаты проведенных исследований.

Объем и структура работы

Диссертация изложена в соответствии с существующими требованиями на 124 страницах компьютерного текста и включает введение, обзор литературы, описание материалов и методов исследования, результаты исследований, заключение, выводы, практические рекомендаций, список сокращений и список

литературы. В диссертации представлено 9 таблиц, 48 рисунков. В списке литературы содержится 162 источника, включающих 107 отечественных и 55 иностранных публикации.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Теплоустойчивость и адаптация организма к условиям высоких температур

Многokратное воздействие экстремально высокой температуры приводит к развитию теплоустойчивости - фенотипической адаптации, которая включает в себя изменение субъективной оценки, восстановление переносимости субмаксимальных физических нагрузок и повышение максимальной аэробной работоспособности в условиях жаркого климата [26, 47, 109, 112, 125]. В основе лежит адаптация судомоторной функции, изменение уровня кровотока в коже, регуляция объема циркулирующей плазмы крови, адаптация сердечно-сосудистой системы и изменение интенсивности водно-солевого обмена [17, 85, 98, 147, 123, 154].

Критерии адаптации организма спортсмена условно подразделяются на неспецифические (интегральные) и специфические (рисунок 1). Неспецифические критерии отражают функциональное состояние организма спортсмена при воздействии любого фактора, а специфические отражают характерные изменения, формирующиеся под действием того или иного повреждающего фактора.

К интегральным (неспецифическим) критериям относят нормализацию самочувствия, сна и аппетита. Стабилизацию массы тела, физической работоспособности, психоэмоционального состояния, показатели периферической крови по Гаркави.

Специфические изменения характерны для факторов различной природы. Так под действием высоких температур улучшается самооценка тепловых ощущений, эффективность потоотделения, сокращается время потоотделения [87, 93, 114, 118, 121]. Также, стабилизируется ЧСС, ЧД, объем циркулирующей крови, снижается количество эритроцитов и повышается гемоглобин в одном эритроците, снижется метаболизм.

При благоприятном течении процессов адаптации происходят незначительные отклонения неспецифических и специфических показателей,

которые в конце концов приходят к уровню нормативных значений, характерных для жителей того или иного региона. Н.А. Агаджанян называл это состояние «экопортретом человека» [4].

Ускорения или облегчение (оптимизация) процессов адаптации к изменяющимся условиям внешней среды являются одним из путей повышения эффективности соревновательной деятельности спортсмена [15, 22, 70, 83, 144, 150, 157]. Оптимизация адаптационных процессов приводит к повышению общей резистентности организма спортсмена, повышению защитных сил, снижению степени воздействия на патогенетические механизмы развития заболевания, восполнение недостатка внешних (природных) воздействий.



Рисунок 1 – Критерии адаптации организма к условиям жаркого климата

Лоренс Армстронг, Джек А. Булант в 31 главе учебного пособия "Эндокринная система, спорт и двигательная активность" выделяют следующие нейроэндокринные факторы, в регуляции температуры тела [41]:

- 1) Выделение и взаимодействие нейротрансмиттеров и гормонов
- 2) Метаболизм/клиренс нейротрансмиттеров и гормонов
- 3) Связывание с транспортными белками и диссоциация
- 4) Разновидность мембранных рецепторов, плотность и насыщение
- 5) Ответ симпатических эффекторов, стимулированный гипертермией и физической нагрузкой
- 6) Выделение пота потовыми железами
- 7) Усиление кровообращения в поверхностной сети кровеносных сосудов и работающих скелетных мышцах, уменьшение кровоснабжение внутренних органов

В основных трудах по спортивной физиологии выделяют три физиологических процесса, предупреждающих перегревание организма [3, 18, 31, 50, 69, 92]. Первый процесс заключается в усиленном кожном кровотоке, который при нагрузке в условиях высоких температур увеличивается от 10 до 15 раз, занимая 20% минутного объема крови. Это позволяет перенести тепло к поверхности тела из ядра и ускорить поставку воды к потовым железам. Второй важный процесс состоит в усиленном потообразовании и испарении. Разница может составлять в 20 раз при сравнении покоя и бега на марафонские дистанции. Третий физиологический процесс обусловлен тем, что при высокой температуре среды снижается теплопродукция из-за уменьшения энергетических расходов и скорости потребления кислорода.

Считается, что теплоустойчивость связана с экспрессией белков теплового шока (Hsp), которые связываются с денатурированными или вновь образующимися внутриклеточными полипептидами и оказывают защитное и восстанавливающее действие при действии высокой температуры, например, при лихорадке, гипоксии, ишемии, вирусной инфекции и ацидозе [127]. Обнаружено, что более успешная

адаптация к жаре связана с более высоким уровнем экспрессии мРНК белка теплового шока 72 (Hsp72) [129, 131].

В некоторых работах отмечается, что теплоустойчивость также зависит от ряда других факторов: циркадный ритм, пол спортсмена [145]. Так, гендерные различия проявлялись независимо от уровня метаболизма и физических характеристик спортсмена. Следует отметить, что такие различия проявлялись только при определенном уровне теплообмена и касались лишь судомоторной функции. Кроме того, на теплоустойчивость влияет гормональный уровень, связанный с менструальным циклом. Во время фазы лютеинизации менструального цикла повышается концентрация прогестерона, который модифицирует центральные регуляторные механизмы и приводит к изменению фоновой внутренней температуры, температурного порога потоотделения и вазодилатации кровеносных сосудов кожи. Кроме того, субъективное ощущение температуры у женщин острее, чем у мужчин [156, 160].

1.2. Физиологические механизмы воздействия при выполнении нагрузки в условиях повышенных температур

Выполнение умеренной физической нагрузки в условиях жаркого климата приводит к усилению кровотока в коже и усилению потоотделения для выделения избыточного тепла в окружающую среду [9, 21, 48, 82, 110, 128, 148]. При интенсивных или продолжительных нагрузках повышается внутренняя температура тела и снижается физическая работоспособность. Изменения внутренней температуры тела связаны с изменением теплообмена, которое, в свою очередь, вызвано продукцией тепла при метаболизме, нагреве тела за счет внешнего тепла и снижением общего теплоотделения [2, 19, 32, 76, 105, 137, 155].

В работе посвященной олимпиаде в Атланте, предположено, что внутренняя температура тела высококвалифицированных спортсменов (велосипедистов) возрастает каждые 9 минут на 1°C при тренировках в условиях жаркого климата [115, 130]. У марафонцев это приводит к возрастанию внутренней температуры тела до 40°C в течение 25–30 минут, что в значительной мере увеличивает риск

декомпенсированной гипертермии. Декомпенсированная гипертермия может стать причиной возникновения термического (теплового) стресса и снижения аэробной производительности. Вследствие этого падает результативность выступления спортсменов, в основном игровых и циклических видов спорта.

По данным XI Европейского Конгресса EFSMA по спортивной медицине 2019 года слабо подготовленные спортсмены-марафонцы более подвержены тепловому удару, так как они игнорируют первые его признаки, при этом клиника может быть похожа на острую сердечную недостаточность. При ректальной температуре 42°C показано срочное охлаждение всеми способами, в том числе в холодной ванне [23].

В связи с высокой актуальностью данной проблемы, ряд международных спортивных организаций разработали собственные рекомендации по профилактике воздействия экстремальных условий внешней среды. Такие федерации, как FIFA (Международная футбольная ассоциация), FINA (Международная федерация плавания), FIVB (Международная федерация волейбола), IAAF (Международная ассоциация легкоатлетических федераций) и ITF (Международная федерация тенниса) разработали собственные рекомендации по профилактике экстремальных воздействий внешних условий во время спортивных состязаний.

Вместе с тем, для дальнейшего исследования данной проблемы отмечается недостаток экспериментальных данных. Так, Международный Олимпийский Комитет (МОК) неоднократно давал поручения спортивным федерациям, спортивным врачам и исследователям по объединению усилий по получению данных о влиянии изменяющихся условий окружающей среды на высококвалифицированных спортсменов [124, 126, 143].

Сочетание воздействия повышенной температуры и физической нагрузки запускает физиологический каскад, который заключается в повышении температуры внутренних органов, кожи и головного мозга, повышенной нагрузке на сердечно-сосудистую систему, в большей мере влияет на углеводный обмен и приводит к снижению аэробной производительности [134].

Показано, что при занятиях спортом в условиях повышенной температуры окружающей среды, у высококвалифицированных спортсменов приводит к снижению МПК (до 20%), которое не восстанавливается в течение среднесрочного (10-дневного) периода акклиматизации [122].

Также показано, что максимальная внутренняя температура (интраэзофагеальная) выше у высококвалифицированных спортсменов, выросших и тренирующихся в более жарких условиях внешней среды и не зависит от степени акклиматизации [138].

Кроме того, теплоустойчивость зависит от степени тренированности спортсменов. Например, было показано, что у высококвалифицированных бегунов внутренняя температура во время 5-километрового забега при $30,6^{\circ}\text{C}$ достигала $41,1^{\circ}\text{C}$ [146]. При восьмикилометровом забеге бегуны не снижали скорость несмотря на то, что внутренняя температура превышала 40°C . Недавно было доказано, что у высококвалифицированных велосипедистов внутренняя температура в конце гонки на 43,3 км при 37°C достигала $40,1\text{--}40,2^{\circ}\text{C}$ [117].

Известно, что систематические занятия спортом приводят не только к повышению специфической работоспособности, но и к повышению устойчивости к экстремальным тепловым воздействиям [1, 94, 111, 131, 151]. Вместе с тем основное число работ в данной сфере посвящено исследованиям изменения водно-электролитного баланса, в связи с чем экспериментальное изучение возможных механизмов и особенностей термоустойчивости у различных субпопуляций представляется весьма актуальным [14, 27, 81, 106, 113, 120, 137, 149].

Принято считать, что в ответ на тепловой стресс в сочетании с физической нагрузкой происходят изменения осмотического давления в цереброспинальной или внеклеточной жидкости, возникает повышение тонуса симпатической нервной системы (усиление вентиляции легких, увеличение потребления кислорода, повышение частоты сердечных сокращений) и активация гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы [140].

1.3. Использование средств и методов коррекции теплового состояния спортсмена в условиях воздействия высоких температур

Коррекцией теплового состояния и адаптацией спортсменов к различным климатическим условиям занимались А.П. Лаптев; К.В. Багмет; Н.А. Ленц; Г.М. Загородный; Н.Г. Кручинский, Е.В. Планида; В.С. Бакулин; С.Н. Португалов и другие. В результате анализа их работ можно выделить 8 методов коррекции, применяемых для адаптации спортсменов.

- 1) Специализированная зарядка с 6:30 до 7:10 утра [12].
- 2) Гипотермические паузы в виде перерывов в вентилируемом месте без воздействия солнечных лучей в течение 7-10 минут [12].
- 3) Гидропроцедуры – горячий, теплый, контрастный, холодный душ и варианты восстановительного плавания [16, 71, 97].
- 4) Массажные процедуры восстановительного характера и гидромассаж
- 5) Банные процедуры [16, 36, 42, 86, 96, 119]. Авторы рекомендуют разные варианты использования саун, например, пребывание при температуре $90\pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажности $7\pm 1\%$ до ощущений «очень жарко» или при температуре $70-90^{\circ}\text{C}$ и влажности 5-15% в течении 5-10 минут по 1-2 захода. Посещение парной бани при температуре $50-60^{\circ}\text{C}$ и влажности 80-98% 5-10 минут в 2-3 захода.
- 6) Дополнительной питание посредством белковых коктейлей, углеводных напитков [43].
- 7) Фармакологическая поддержка осуществляется преимущественно приёмом адаптогенов, таких как женьшень, лимонник, элеутерококк, пантокрин, комплексный адаптоген «Эльтон» [71, 75]. Упоминается применение аскорбиновой кислоты (250-500 мг), комплексных витаминов, иммуномодуляторов, антигипоксантов. Также возможно применение за 30 минут до тренировки фенибута и обзидана.
- 8) Применение успокаивающей части психомышечной тренировки [12, 16].

Таким образом, было выявлено что авторы большое внимание уделяют медикаментозной коррекции адаптации спортсменов, в то же время остальные рекомендации носят общий характер без использования индивидуального подхода.

1.4. Оценка тепловой устойчивости у лиц экстремальных профессий

Оценка тепловой устойчивости у высококвалифицированных спортсменов, как и у любого другого специфического контингента лиц экстремальных профессий, должна проводиться с позиции деятельностного подхода и учитывать все особенности их профессиональной деятельности.

Наибольшее количество исследований, направленных на необходимость изучения данных вопросов, проводилась специалистами по авиационной медицине. В частности, в работах Ажаева А.Н., Зорилэ В.И. [5, 7] говорится, что профессиональная деятельность человека-оператора заканчивается раньше, чем начинают негативно действовать высокие температуры, а именно, значительное изменение качества деятельности (режим двухмерного слежения) отмечались только в конце 4-го и 2-го часов воздействия температуры 50 и 55°C, соответственно. С, было показано отсутствие изменений качества управления при 60-минутных температурных воздействиях от 30 до 65°C.

Многочисленные работы С.М. Разинкина в этой области свидетельствуют, что длительность сохранения работоспособности, по результатам опроса лётчиков, в условиях пребывания при температурах 30-45-55°C, значительно ниже, полученных указанными авторами [55, 57, 63]. В одной из работ С.М. Разинкина был также показан синергизм взаимодействия тепловой нагрузки и тестовых задач как по критериям теплового состояния человека-оператора, так и времени возможного пребывания в условиях температурного воздействия. В частности, достоверное увеличение прироста ректальной температуры и температуры тела было получено к 40 минуте.

Стоит отметить, что в работе В.Г. Чвырева и соавторами «Тепловой стресс» [99], подробным образом рассматривается влияние температурного фактора в

диапазоне от 30 до 80°C на тепловое состояние и некоторые показатели работоспособности (преимущественно психофизиологического характера), но при этом отсутствуют сведения о временных параметрах, лимитирующих выполнение профессиональной деятельности на должном уровне.

В то же время авторы уделяют большое внимание вопросам адаптации функционального состояния к действию высоких температур (запредельных с точки зрения моделирования реальных условий как природного климата, так и условий труда) – 70 и 80°C. При этом ими определены 4 степени перегревания, характеризующиеся различными приспособительными реакциями: от устойчивого приспособления до «теплого удара». Данные о времени развития таких реакции в заданных температурных диапазонах, как и о влиянии тестовых физических нагрузок на тепловое состояние человека, не имеют однозначных трактовок.

Отдельно следует отметить, что часто к лимитирующим факторам снижения работоспособности на фоне высоких температур, относят прирост ректальной температуры на 0,8-1,5°C, увеличение средних значений температуры тела до 37,8-37,9°C и в виду нарушения гомеостаза – учащение пульса; с другой стороны Разинкин С.М. и Дворников М.В. наглядно показывают ведущую роль изменения температуры кожного покрова, как определяющей качество выполнения профессиональной деятельности [78].

Приверженцы второго подхода обращают также внимание на характер соотношения прироста СВТК (4-5°C) с ректальной температурой. При этом, имеющиеся сведения, свидетельствуют, что физическая работа легкой и средней тяжести как в комфортных условиях, так и при высокой температуре (50°C, низкая влажность) на фоне увеличения ректальной температуры сопровождается увеличением СВТК, которая обычно ниже ректальной на 3-4°C. Предел невозможного дальнейшего выполнения нагрузочного тестирования в условиях высоких температур преимущественно ограничивается временем, необходимым для конвергенции [135].

Stribley R.F., Nunneley S.A., Allan I.R. в 1979 году выявили, что чем больше высота полета, тем меньше окружающая температура и, соответственно ниже

температура в кабине, что положительно влияет на тепловое состояние летчиков, снижая СВТК и ректальную температуру [151].

Шахбазян Г.Х., Бычков В.И. и Рамзаев П.В. в 1961 году определили, что комфортные теплоощущения соответствуют СВТК менее 34 °С, значения выше приводят к повышенной секреции пота и неприятным ощущениям [20, 105].

1.5. Применение специальной охлаждающей жидкости как средства коррекции теплового состояния спортсмена

Одним из вариантов нормализации теплового состояния в процессе выполнения физической деятельности является снижение температуры кожи и создание комфортных локальных ощущений [89]. В частности, такой эффект можно получить при применении охлаждающей жидкости [91, 130, 141, 142]. В доступной литературе наибольший интерес вызывают исследования авторов: Werner Voss, Gerrit Schlippe, Sean Williams, Sandra Uckert, Winfried Joch, Sabrina Zenker и Dzh. Karbi R. Kliysen.

В Англии подобными исследованиями занимался Sean Williams, в 2012 г. был проведён эксперимент с привлечением пяти спортсменов в климате с температурой 29,7°С и влажностью 45% и нагрузочным тестированием в течение 60 минут, в экспериментальной группе использовалась специальная охлаждающая жидкость [160]. Применение специальной охлаждающей жидкости снижало уровень лактата крови через 10 минут после окончания нагрузки с $7,9 \pm 0,9$ до $6,3 \pm 1,0$ ммоль/л. Также, уменьшался субъективный показатель теплоощущений, так на 60 минуте он составлял $2,0 \pm 0,7$ балла, в контрольной группе $3,3 \pm 0,2$. Показатели средней ректальной температуры на 60 минуте $38,9 \pm 0,4$ °С у контрольной группы, у экспериментальной $38,5 \pm 0,3$ °С. В результате данного исследования было выявлено снижение уровней лактата, глюкозы крови, показателей теплоощущения, ректальной температуры в экспериментальной группе в сравнении с контрольной.

Werner Voss и Gerrit Schlippe в 2018 году занимались оценкой воздействия специальной охлаждающей жидкости у 12 женщин и 8 мужчин, которым накладывали смоченные повязки на предплечье [89]. На внутренней поверхности

левого предплечья измеряли кожную температуру до и после пяти, десяти, двадцати, тридцати, шестидесяти, девяносто и 120 минут после применения охлаждающей жидкости. При исходной $31,7^{\circ}\text{C}$ максимально низкие показатели были зафиксированы на шестидесятой - $25,8^{\circ}\text{C}$. В работе сделан вывод, что использованный метод нанесения охлаждающей жидкости можно рекомендовать для снижения негативного влияния нагревающего микроклимата [89].

Sabrina Zenker из Соединённых Штатов Америки в 2012 г. исследовала динамику антропометрических показателей после применения охлаждающей жидкости (вес, обхват груди, живота, талии, таза, ягодиц, бёдер и плеча) у 5 испытуемых, которые четыре раза в неделю по 45 минут носили костюмы, смоченные в специальной охлаждающей жидкости [89]. Было показано, что на протяжении 12 недель на прежнем уровне оставались физическая активность и среднесуточный калораж. Существенно снижались масса тела и окружность талии, плеч и ягодиц. Sabrina Zenker рекомендовала использовать охлаждающую жидкость для коррекции фигуры [89].

Ученые Sandra Uckert и Winfried Joch из Германии исследовали эффективность предварительного разогрева и предварительного охлаждения перед нагрузкой в жарком климате и оценивали выносливость у 20 мужчин в серии из трех тредмил – тестов «до отказа» в течение 5 дней. Тредмил – тест представлял собой пятиминутный бег с темпом 9 км/ч с поднятием темпа на 1 км/ч каждые последующие 5 минут. В контрольной группе (К) перед нагрузочным тестированием не было дополнительных мероприятий. В группе с предварительной разминкой (ПР) мужчины бежали в среднем темпе на протяжении 20 минут и затем отдыхали 5 минут. В группе с предварительным охлаждением (ПО) вместо 20-минутного бега происходило охлаждение с помощью жилета с температурой $0-5^{\circ}\text{C}$ [89]. При ПО продолжительность бега составила 32,5 минуты, при ПР 26,9 минуты и в группе К 30,3 минуты. Ректальная температура к 25 минуте была выше в группе ПР – $38,05^{\circ}\text{C}$, в группах ПО и К составляла, в среднем, $37,6^{\circ}\text{C}$. Кожная температура во время бега в группе ПО выросла с $32,9^{\circ}\text{C}$ до $35,2^{\circ}\text{C}$, К с $33,7^{\circ}\text{C}$ до $35,7^{\circ}\text{C}$, ПР с $34,7^{\circ}\text{C}$ до $35,75^{\circ}\text{C}$. В итоге результативность повышается при предварительном 20-

минутном применении охлаждающего жилета и уменьшается при предварительном 20-минутном разогреве.

Таким образом, при анализе рассмотренных данных, выявлена эффективность специальной охлаждающей жидкости с точки зрения показателей переносимости жаркого климата, в первую очередь благодаря заметному снижению температуры кожи. Также выявлена результативность применения предварительного охлаждения спортсменов перед физической нагрузкой в условиях высоких температур, что позволяет рассматривать применение охлаждающей жидкости в таком же режиме.

Полученные данные свидетельствуют о том, что нет единой точки зрения о применении специальной охлаждающей жидкости спортсменами и обычными людьми как при физической нагрузке, так и без неё. Необходимо дополнительное исследование для выявления влияния жидкости на физическую работоспособность и тепловое состояние спортсменов.

В итоге, по совокупности проанализированных материалов, при оценке теплового состояния высококвалифицированных спортсменов, целесообразно учитывать следующий ряд факторов и критериев, их определяющих:

1. Выбор температурных режимов для оценки теплового состояния должен быть обусловлен как реальными условиями соревновательной деятельности в жарком климате, так и существующими санитарно-гигиеническими нормами допуска к этим соревнованиям.

2. Время выполнения нагрузки должно соответствовать времени переносимости - «до отказа» работы в рамках конкретного автоматизированного протокола нагрузки.

3. Интегральная оценка теплового состояния спортсмена должны включать в себя как объективные данные температуры тела, средневзвешенной температуры кожи, частоты сердечных сокращений, учитывать эффективную влагопотерю, так и субъективную балльную оценку его теплоощущений. Различная чувствительность указанных показателей к факторам внешней среды предполагает

разработку интегрального показателя теплового состояния и апробацию его в условиях высоких температур.

4. Показатели физической работоспособности, как интегральные, так и характеризующие систему обеспечения выполняемой деятельности, должны быть получены прямым методом (газоанализ и регистрация ЭКГ) и оцениваться «до», «во время» и «после» климатической и физической нагрузки.

ГЛАВА II. Материалы и методы исследования

2.1. Материалы и организация (дизайн) исследования

Для решения задач работы были проведены исследования, с привлечением 190 спортсменов, мужчин женщин, со спортивным разрядом от 1-го взрослого до МСМК, возраст от 17 до 37 лет, средний возраст $22,5 \pm 0,7$ года. Направления, условия и объем выполненных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сводная таблица содержания этапов выполненных исследований в рамках диссертационной работы

№ Этапа	Направление исследований	Условия исследований	Количество сп-ов	Объем исследований
1	Оценка влияния климатических условий на функциональное состояние спортсменов	Анкетный опрос	150	150
2	Оценка влияния различных температурных условий на физическую работоспособность спортсменов	Нагрузочное тестирование в климатической комнате	15	60
3	Отбор спортсменов для 4 этапа и разработка интегрального показателя теплового состояния спортсменов	Нагрузочное тестирование в климатической комнате	25	150
4	Оценка теплового состояния спортсменов при использовании средств коррекции	Нагрузочное тестирование в климатической комнате	7	294
-	Итого	-	190*	654 исследований

Примечание: * - Итоговое количество спортсменов если учитывать, что 7 спортсменов из 4 этапа входили в 3 этап

Работа выполнялась в четыре этапа.

На I этапе проведено анкетирование 150 спортсменов, занимающихся легкой атлетикой ($n = 62$), академической греблей ($n = 37$), гребным слаломом ($n = 8$), тхэквондо ($n = 19$), мини-футболом ($n = 7$) и гандболом ($n = 26$) в возрасте от 18 до 37 лет, средний возраст $22,7 \pm 0,4$ года, мужского и женского пола со спортивным разрядом от 1-ого взрослого до МСМК. Целью являлась оценка влияния климатических условий на общее состояние и физическую работоспособность спортсменов.

В анкете спортсмены оценивали в баллах от 1-го до 10-ти влияние 7 групп факторов на их функциональное состояние во время тренировок и соревнований, где 1 балл – не влияет, 10 баллов – очень сильно влияет. Оцениваемые группы факторов: бытовые условия в месте проживания; перелет до места соревнования; климатические условия во время проведения соревнований; питание и водообеспечение в местах проживания, тренировок и соревнований; психологическая нагрузка до и в ходе соревнований; обеспечение инвентарем и оборудование мест проведения соревнований; нерациональное планирование подготовки к соревнованиям. Анкета приведена в приложении 1.

Далее спортсменами оценивалось 6 факторов: высокая температура воздуха, высокая влажность воздуха, интенсивная инсоляция (прямые солнечные лучи), ветер, осадки, высокая температура предметов на месте проведения соревнований (нагревание беговой дорожки, инвентаря и др.). Описанные факторы входят в группу факторов «климатические условия во время проведения соревнований».

Дальнейшие этапы проведены на базе Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России в климатической комнате (термокамере) с искусственно созданными полунатурных условиях климата. У спортсменов, привлеченных к исследованию, на данный момент не было травм и жалоб на состояние здоровья.

На II этапе проведено исследование влияния различных температурных условий на физическую работоспособность спортсменов при тестировании на тредмиле с нарастающей нагрузкой «до отказа». В 8-дневном исследовании

принимали участие 15 мужчин-футболистов, возраст от 18 до 27 лет, средний возраст – $24,2 \pm 1,1$ года, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС. Работу проводили в 4 подэтапа:

- 1) 1 нагрузочное тестирование (далее - НТ) (фон) в условиях нормотермии (температура – 22°C , влажность – 35%);
- 2) 2 НТ в условиях умеренной гипертермии (температура – $28-29^{\circ}\text{C}$, влажность – 75%);
- 3) 3 НТ в условиях средней гипертермии (температура – $33-34^{\circ}\text{C}$, влажность – 75%);
- 4) 4 НТ в условиях высокой гипертермии (температура – $38-39^{\circ}\text{C}$, влажность – 75%).

На III этапе проведено нагрузочное тестирование с привлечением 25 спортсменов-испытателей мужского пола, циклических летних видов спорта, возраст от 17 до 24 лет, средний возраст составлял $20,27 \pm 2,56$ лет, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС. Обследование включало определение индивидуальной переносимости спортсменом физической нагрузки и оценку уровня теплового состояния при беге «до отказа» на тредмиле в условиях средней гипертермии. В ходе исследования был разработан интегральный показатель теплового состояния спортсменов. По результатам обследования спортсмены, имеющие схожие показатели времени переносимости нагрузки, времени наступления ПАНО и МПК были распределены в группу для прохождения IV этапа исследования.

На IV этапе в исследовании участвовали 7 спортсменов-мужчин, представителей циклических летних видов спорта, возраст от 17 до 24 лет, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС. На этом этапе оценивалась эффективность методики оценки теплового состояния спортсменов при использовании средств коррекции (специальной охлаждающей жидкости и воды). Спортсменами соблюдался схожий режим дня и различная циклограмма применения средств коррекции для избегания искажения итоговых результатов. В данном этапе было 7 подэтапов:

- 1) НТ в климатических условиях (температура – 22°C, влажность – 35%) без средств коррекции;
- 2) НТ в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) без средств коррекции;
- 3) НТ в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной охлаждающей жидкостью с разведением 1 к 5 с водой;
- 4) НТ в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной охлаждающей жидкостью и высушенной перед применением;
- 5) НТ в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) с использованием универсальной футболки из 82% катионного полиэстера, 18% спандекса, пропитанной охлаждающей жидкостью и высушенной перед применением;
- 6) НТ в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) с использованием универсальной шапочки из 82% катионного полиэстера, 18% спандекса, пропитанной охлаждающей жидкостью с разведением 1:5 водой;
- 7) нагрузочное тестирование в климатических условиях (температура – 33°C, влажность – 75%) с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной водой.

2.2. Методы исследования

2.2.1. Тестирование в климатической комнате

Тестирование проводилось в климатической комнате, разработанной и установленной фирмой «PHYSIOMED» (рисунок 2). Для фонового обследования выставлялись следующие параметры: уровень кислорода $21,0 \pm 0,2\%$ (норма для высоты на уровне моря), температура 22°C, влажность 35%.

Для моделирования условия жаркого и влажного климата тестировалось 3 режима:

- 1) режим с умеренной гипертермией 28-29°C.

- 2) режим со средней гипертермией 33-34°C.
- 3) режим с выраженной гипертермией 38-39°C.

Относительная влажность воздуха составляла при всех гипертермических режимах в 75%. Для тестирования на 3 и 4 этапах исследования был выбран 2 режим.



Рисунок 2 – Проведение исследования в климатической комнате

Состояние кардиореспираторной системы организмов спортсменов оценивали с использованием следующих инструментальных методов:

- портативный регистратор электрической активности сердца с комплектом электродов для регистрации ЭКГ в стандартных отведениях для последующего определения частоты пульса, кардиоритма;
- система анализа газового состава вдыхаемого и выдыхаемого воздуха под контролем реакции кардиореспираторной системы «QuarkCRET» (Италия) и необходимые расходные материалы (калибровочные газовые смеси O₂, CO₂);
- беговая дорожка (тредмил) «T-ergoPRO» (Италия) с возможностью автоматизированной регулировки угла наклона в режиме реального времени (для имитации движения по горной местности со скоростью до 40 км/ч; углом наклона полотна до 25°);
- медицинский тонометр и фонендоскоп для измерения артериального давления по методу Короткова;

- пульсоксиметр для регистрации степени насыщения гемоглобина крови кислородом;

- программное обеспечение для обработки полученных результатов.

Предельную работоспособность определяли по субъективным и объективным критериям [54].

К субъективным критериям относится отказ спортсмена от тестирования, болевые ощущения при нагрузке, выраженная усталость, препятствующая продолжению тестирования. Также к субъективным критериям относится достижение спортсменом значения дыхательного коэффициента более 1,1 усл. ед.

Объективные признаки достижения предельной физической нагрузки:

- Систолическое артериальное давление более 220 мм.рт.ст.;
- Эпизод выраженной брадикардии после физиологической тахикардии;
- Нарушения ритма и проводимости (одиночные и парные экстрасистолы, суправентрикулярная тахикардия, атриовентрикулярная блокада II-III степени, брадикардия, блокада ножек пучка Гиса, горизонтальная или косо нисходящая депрессия сегмента ST > 2мм, изменения положения электрической оси сердца).

Кардиореспираторная система оценивалась с помощью таких показателей, как частота сердечных сокращений, артериальное давление, электрокардиограмма (в покое, при нагрузке и в период восстановления); максимальное потребление кислорода, дыхательный коэффициент, максимальное количество метаболических единиц; время анаэробного порога, количество метаболических единиц при анаэробном пороге, количество потребления кислорода при достижении анаэробного порога, время восстановления после нагрузки; лактатный порог.

Общими показаниями к прекращению тестирования являлись:

- наступление «отказа», при котором спортсмен показывает остановить нагрузку;
- выявление декомпенсации;
- внешние признаки высокой степени утомления спортсмена, в том числе замедленная реакция при контакте с врачом;

- поломка или неисправная работа техники/аппаратуры, взаимодействующей со спортсменом;
- неполадки связи при которых спортсмен находится не в поле зрения или без аудио связи;
- угроза безопасности спортсмена.

Показания к прекращению тестирования при развитии выраженной степени перегревания:

- увеличение ректальной температуры во время нагрузки до 39-40°C;
- нарушение работы слухового, зрительного, речевого аппарата;
- жалобы спортсмена на слабость в мышцах;
- жалобы спортсмена на боль в голове;
- признаки предобморочного состояния;
- тахипноэ;
- цианоз носогубного треугольника, выраженная гиперемия кожи.

2.2.2. Методика проведения обследования на беговой дорожке

В исследовании использовали 2 протокола нагрузочного тестирования на беговой дорожке. Первый протокол с меньшим возрастанием нагрузки и коротким восстановлением использовался на 2 этапе (таблица 2).

Таблица 2 – Протокол нагрузочного тестирования на беговой дорожке в условиях жаркого климата на 2 этапе исследования

Степень	Скорость, км/ч	Угол наклона беговой дорожки, %	Длительность степени, мин
1	2,7	3	2
2	4,0	5	2
3	5,4	6	2
4	6,7	7	2
5	8,0	9	2
6	8,9	10	2
7	9,7	12	до отказа
восстановление	2,7	0	5

На 3 и 4 этапах использовался 8-ми ступенчатый протокол с постепенно нарастающей нагрузкой (таблица 3). Время нагрузки от 16 минут и больше, удлинённый период восстановления в течение 15 минут (7 минут активного и 8 минут пассивного отдыха). Длительность каждой ступени 2 минуты. Диапазон увеличения скорости от 3,0 до 11,5 км/ч, угла – от 2 до 8°. Также спортсмен находился в термокамере в течение 10 минут до запуска протокола нагрузочного тестирования для симуляции воздействия климатических условий перед стартом.

Таблица 3 - Протокол нагрузочного тестирования на беговой дорожке в условиях жаркого климата на 3 и 4 этапах исследования

Ступень	Скорость, км/ч	Угол наклона беговой дорожки, %	Длительность ступени, мин
1	3,0	2	2
2	4,5	3	2
3	5,8	4	2
4	6,9	4	2
5	8,2	6	2
6	9,6	7	2
7	11,0	7	2
8	11,5	8	до отказа
Восстановление	2,7	0	7
	0	0	8

2.2.3. Методы оценки теплового состояния спортсмена

Для регистрации температуры кожи и ректальной температуры использовались термохроны «Ibutton» модификации DS1922L-F53 (рисунок 3). Они позволяют автономно записывать и сохранять данные температуры с поверхности тела до 56 часов с шагом в 1 минуту, диапазон регистрируемых температур -40°C $+85^{\circ}\text{C}$, минимальная градация регистрации температуры (чувствительность) - $0,0625^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 3 – Внешний вид термохрона «Ibutton»

Датчики крепятся лейкопластырем в необходимых точках на теле (рисунок 4).

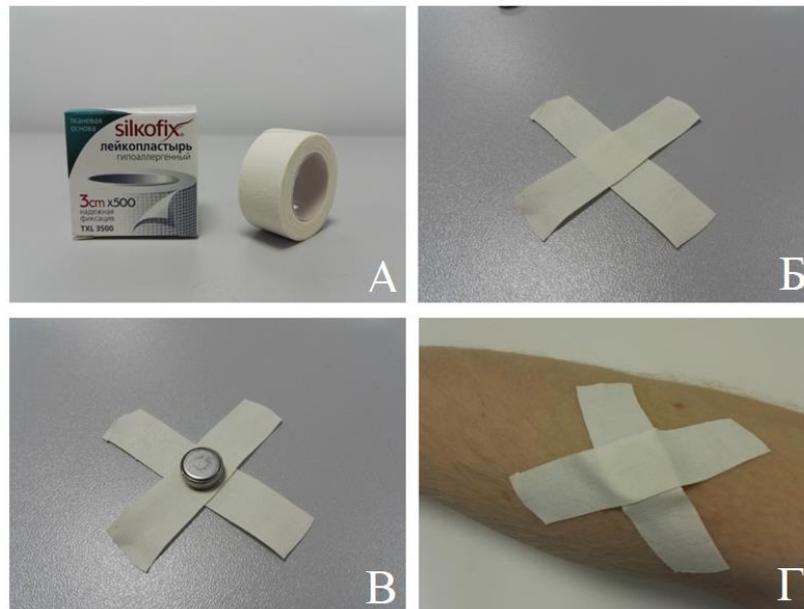


Рисунок 4 – Прикрепление термохрона с помощью лейкопластыря на участки тела

При использовании термохронов для регистрации ректальной температуры за час до нагрузки датчик проглатывался и запивался 100 мл воды комнатной температуры. После исследования датчик выходит естественным путем до 2 суток и передается экспериментаторам. Также, для прямой online оценки ректальной температуры использовалась термостанция с гибким датчиком (рисунок 5). На датчик одевался презерватив для УЗИ, и он вводился в прямую кишку на 15 см.

После этого данные считываются через приёмное устройство и выгружаются через специальную компьютерную программу.

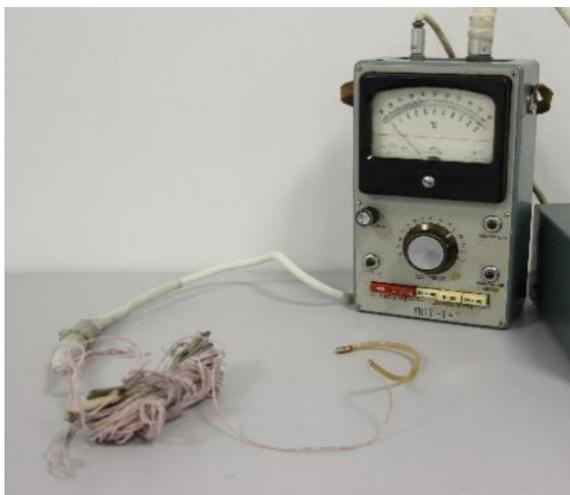


Рисунок 5 – Термостанция для измерения ректальной температуры Online

Для оценки субъективных теплоощущений спортсменов ежеминутно опрашивали по шкале от 0 до 4 (таблица 4). Ввиду изоляции спортсмена в климатической камере опрос со стороны оператора происходил через громкую связь, ответ спортсмена посредством жеста пальцами.

Таблица 4 – Шкала оценки субъективных тепловых ощущений

Балл	Субъективное теплоощущение
0	Комфортно
1	Тепло
2	Жарко
3	Очень жарко
4	Нестерпимо жарко

Для регистрации частоты сердечных сокращений использовалась носимая система «Polar» (рисунок 6).

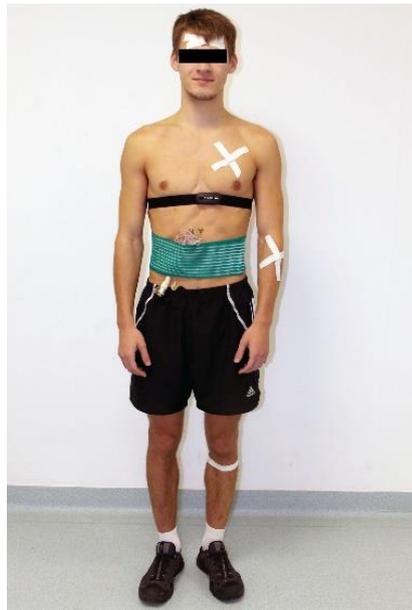


Рисунок 6 – Пример крепления носимой системы мониторинга «Polar»

Общую и эффективную влагопотерю оценивали на медицинских весах повышенной точности (рисунок 7). Общие влагопотери определяли по разнице в весе спортсмена в обнаженном виде (в плавках) до тестирования и после него. Эффективные влагопотери оценивали как вес испарившегося пота от общих влагопотерь и определяли по разнице в весе одетого в комплект спортивной экипировки спортсмена до тестирования и после него [37].



Рисунок 7 – Медицинские весы с ростомером

В итоге, при объединении предыдущих методов, на 3 этапе исследования использовалась циклограмма проведения нагрузочного тестирования в условиях жаркого и влажного климата на беговой дорожке, представленная в приложении 2.

2.2.4. Методы коррекции теплового состояния спортсмена

Для коррекции теплового состояния спортсменов использовалась специальная охлаждающая жидкость "Liquid Ice". Состав: вода, спирт денатурированный, ПЭГ-7 глицерил кокоат, ментол, камфора (рисунок 8).



Рисунок 8 – Специальная охлаждающая жидкость

Специальная охлаждающая жидкость применялась четырьмя способами:

1) Футболку (100% хлопок) замачивали непосредственно перед тестированием в специальной охлаждающей жидкости (смесь с водой 1:5 при комнатной температуре) (рисунок 9). Далее футболку отжимали вручную.

2) Использование жидкости в чистом виде (без разведения водой). Замачивание футболки (100% хлопок) в жидкости (300 мл). Ручное отжимание излишков жидкости из футболки. Полное высушивание футболки на плечиках в течение суток в хорошо проветриваемом помещении.

3) Использование жидкости в чистом виде (без разведения водой). Замачивание футболки «от производителя» (82% катионного полиэстера, 18% спандекса) в жидкости (300 мл). Ручное отжимание излишков жидкости из футболки. Полное высушивание футболки на плечиках в течение суток в хорошо проветриваемом помещении.

4) Непосредственно перед тестированием замачивалась шапочка «от производителя» (82% катионного полиэстера, 18% спандекса) до полного пропитывания в специальной охлаждающей жидкости с водой в пропорции 1 к 5 (50 мл охлаждающей жидкости к 250 мл воды комнатной температуры). Далее

шапочка отжимается вручную и надевается спортсменом.

Также, использовалась вода, в которой замачивалась футболка (100% хлопок), после чего футболка отжималась вручную и одевалась спортсменом.



Рисунок 9 – Замачивание футболки в специальной охлаждающей жидкости

Поскольку при использовании специальной охлаждающей жидкости вероятны проявления аллергических реакций, то перед постоянным

использованием необходимо провести кожные пробы для исключения подобных реакций и раздражающего действия при наличии у спортсмена повышенной чувствительности.

Проведение проб необходимо осуществлять в условиях высокой температуры, поскольку в комфортных условиях внешней среды аллергические реакции могут не проявиться. Создать подобные условия можно несколькими способами.

Первый способ – поместить спортсмена в специальную климатическую камеру с возможностью регулирования температуры до показаний 33–38°C, и влажности до 75%. В данных условиях спортсмену необходимо провести 20 минут, далее можно приступать к проведению аллергопроб, не выходя из климатической камеры.

Второй способ – поместить спортсмена в сауну с заданными показателями температуры 70–90°C и влажности 5-15% на 10 минут, после чего приступить к проведению кожных проб, не выходя из сауны.

После предварительного нагрева в условиях высокой температуры спортсмену накладывают 5 ватных дисков, смоченных в растворе с охлаждающей жидкостью. Диски нужно смочить в охлаждающей жидкости, разведенной в воде комнатной температуры (22-23°C) с пропорцией 1 к 5 (два диска), 1 к 7, 1 к 10, 1 к 15 (рисунок 10).

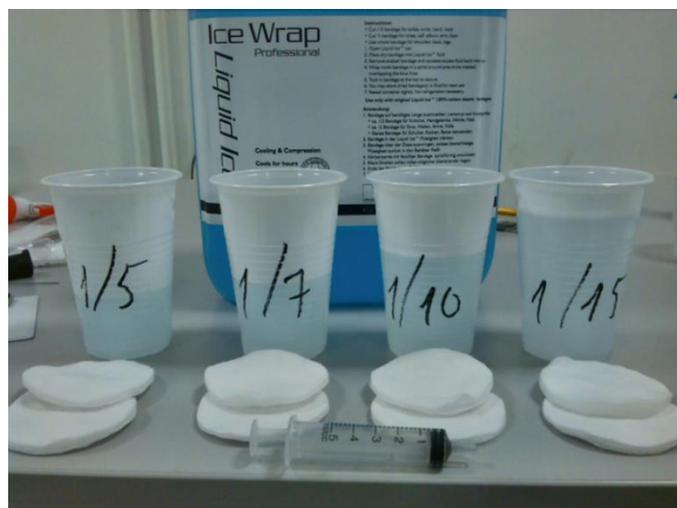


Рисунок 10 – Разведение специальной охлаждающей жидкости

Четыре ватных диска с различной концентрацией накладываются на предплечья спортсмена, как показано на рисунке 11.

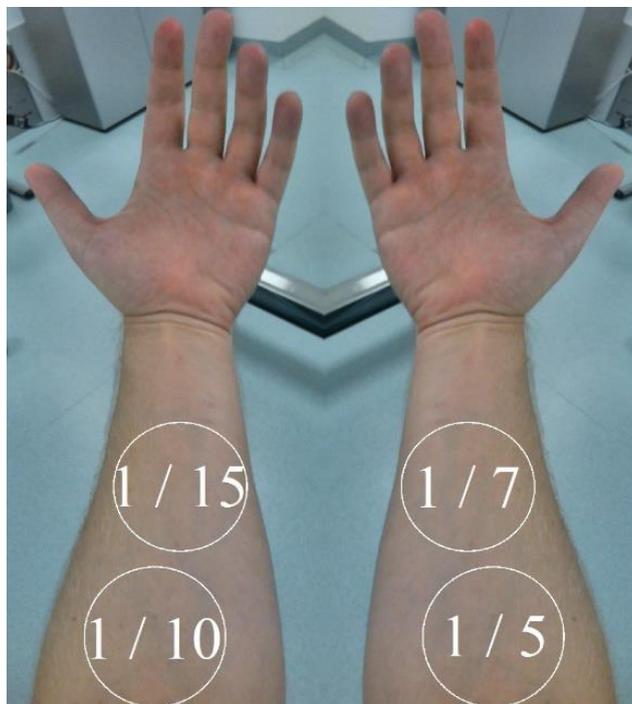


Рисунок 11 – Схема наложения ватных дисков на предплечья спортсмена. 1/5, 1/7, 1/10, 1/15 – пропорции разведения специальной охлаждающей жидкости с водой

Пятый ватный диск, смоченный в разведенной жидкости 1 к 5 с водой, накладывается на центр лба. Ватные диски выдерживаются на кожных покровах 15 минут, после чего регистрируется ответная кожная реакция. Нормальной считается следующая реакция на воздействие охлаждающей жидкости: отсутствие гиперемии, высыпаний на коже на местах приложения ватных дисков, отсутствие слезотечения, жалоб на неприятный запах, чувство холода, легкого покалывания во время проведения кожных проб. При возникновении гиперемии или высыпаний на предплечьях или лбу (рисунок 12), рекомендуется не использовать охлаждающую жидкость в той концентрации, которая дала раздражающий эффект.

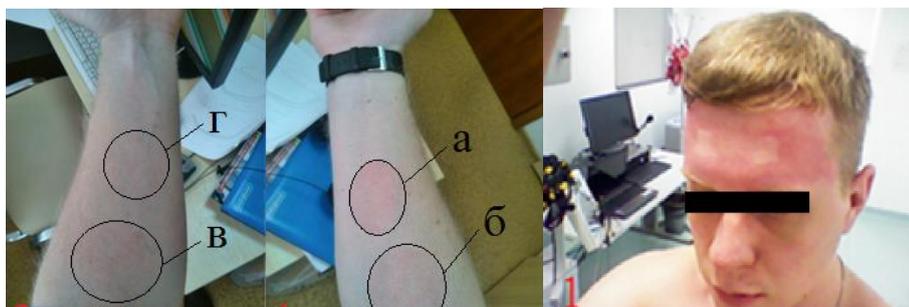


Рисунок 12 – Гиперемия вследствие использования специальной охлаждающей жидкости (а – концентрация 1/5, б – концентрация 1/7, в – концентрация 1/10, г – концентрация 1/15)

2.2.5. Методы математической статистики

Статистическую обработку результатов проводили в средах SPSS 23 (IBM SPSS Software, США) и Microsoft Office Excel (Microsoft, США). Для представления данных использовалось среднее и стандартное отклонение. Количественные данные, оценивались параметрическим методом математической статистики с использованием критерия Стьюдента. В главах 3.3–3.4 использовался непараметрический метод оценки для двух связанных выборок по T-критерию Вилкоксона. Качественные характеристики оценивались % в зависимости от того, как часто в выборке встречается признак. Выявленные связи и различия являлись достоверными, при достижении статистической значимости $p < 0,05$.

ГЛАВА III. Результаты собственных исследований

3.1. Влияние климатических условий на функциональное состояние спортсменов

Проведено анкетирование 150 спортсменов, занимающихся легкой атлетикой ($n = 62$), академической греблей ($n = 37$), гребным слаломом ($n = 8$), тхэквондо ($n = 19$), мини-футболом ($n = 7$) и гандболом ($n = 26$) в возрасте от 18 до 37 лет, средний возраст $22,7 \pm 0,4$ года, обоих полов, со спортивным разрядом от 1-ого взрослого до МСМК.

В результате обработки анкет спортсменов составлена таблица с высокой степенью влияния групп факторов (7–10 баллов) на функциональное состояние спортсменов в условиях жаркого климата (таблица 5).

В основном, в сборных спортсмены отмечали высокую степень влияния питания и водообеспечения в местах проживания, тренировок и соревнований (от 37,1% до 85,7%), а также нерациональное планирование подготовки к соревнованиям (от 30,8% до 90%). В то же время, в сборной по лёгкой атлетике 1 место занимала группа факторов - климатические условия во время проведения соревнований (38,7%). Соревнования по лёгкой атлетике, как по академической гребле и гребному слалому проводятся на открытых площадках, но высокую значимость климатических условий определяли только спортсмены-легкоатлеты. У спортсменов по академической гребле высокий балл по климатическим условиям встречался чаще, в 46,2% анкет, однако были более значимые группы факторов: нерациональное планирование 74,4%, питание и водообеспечение 71,8%.

В таблице 6 представлена оценка спортсменами факторов внутри группы «Климатические условия во время проведения соревнований».

Таблица 5 - Влияние групп факторов на функциональное состояние спортсменов сборных по легкой атлетике академической гребле, гребному слалому, тхэквондо, мини-футболу и гандболу (n = 150)

№ п/п	Вид спорта Группа факторов	Число спортсменов, отмечавших высокую степень (7-10 баллов) влияния фактора (abs/%)					
		Легкая атлетика (n=62)	Академическая Гребля (n=37)	Гребной слалом (n=8)	Тхэквондо (n=10)	Мини-футбол (n=7)	Гандбол (n=26)
1	Бытовые условия в месте проживания	15/ 24,2%	20/ 53,1%	4/ 50%	3/ 30%	6/ 85,7%	5/ 19,2%
2	Перелет до места соревнования	18/29,0%	12/ 33,3%	1/ 12,5%	4/ 40%	6/ 85,7%	4/ 15,4%
3	Климатические условия во время проведения соревнований	14/ 38,7%	17/ 46,2%	1/ 12,5%	3/ 30%	2/ 28,6%	7/ 26,9%
4	Питание и водообеспечение в местах проживания, тренировок и соревнований	23/ 37,1%	27/ 71,8%	4/ 50%	4/ 40%	6/ 85,7%	12/ 46,2%
5	Психологическая нагрузка до и в ходе соревнований	21/ 33,9%	20/ 53,8%	2/ 25%	7/ 70%	6/ 85,7%	7/ 26,9%
6	Обеспечение инвентарем и оборудование мест проведения соревнований	14/ 22,6%	22/ 59,0%	2/ 25%	5/ 50%	3/ 42,9%	5/ 19,2%
7	Нерациональное планирование подготовки к соревнованиям	21/ 33,9%	28/ 74,4%	4/ 50%	9/ 90%	4/ 57,1%	8/ 30,8%

Таблица 6 - Средние значения влияния факторов климатических условий во время проведения соревнований на функциональное состояние спортсменов сборных по легкой атлетике академической гребле, гребному слалому, тхэквондо, мини-футболу и гандболу в баллах (n = 150)

№ п/п	Климатические условия во время проведения соревнований	Легкая атлетика (n=62)	Академическая Гребля (n=37)	Гребной слалом (n=8)	Тхэквондо (n=10)	Мини-футбол (n=7)	Гандбол (n=26)
1	Высокая температура воздуха (более 30°C)	5,6± 0,4	5,8± 0,5	2,4± 0,7	5,2± 1,0	6,3± 0,9	5,3± 0,6
2	Высокая влажность воздуха (более 70%)	5,7± 0,4	6,2± 0,4	4,6± 1,1	4,7± 0,9	6,6± 0,8	5,0± 0,5
3	Интенсивная инсоляция (прямые солнечные лучи)	5,6± 0,4	5,7± 0,4	3,3± 0,7	4,6± 1,0	6,1± 1,0	6,0± 0,7
4	Ветер (более 10 м/с)	5,7± 0,4	6,3± 0,5	7,1± 1,0	3,2± 0,9	4,6± 1,2	3,8± 0,6
5	Осадки (дождь и снег)	5,7± 0,4	5,6± 0,5	5,4± 0,8	3,1± 0,9	4,0± 1,2	3,8± 0,6
6	Высокая температура предметов на месте проведения соревнований (нагревание беговой дорожки, инвентаря и др.)	4,5± 0,3	4,6± 0,5	2,8± 0,6	3,7± 0,9	4,9± 1,2	4,4± 0,7

При анализе таблицы 6 использовались средние значения фактора выше 5,5 баллов. В результате, у сборных по лёгкой атлетике и академической гребле пять факторов (высокая температура воздуха, высокая влажность воздуха, интенсивная инсоляция, ветер, осадки) имели среднее значение от 5,6±0,4 до 6,3±0,5 баллов. Фактор высокой температуры предметов на месте проведения соревнований не был оценен спортсменами как значимый, со средними значениями от 2,8±0,6 до 4,9±1,2

баллов. Спортсмены гребного слалома высоко оценивали влияние ветра, на $7,1 \pm 1,0$ баллов, данный фактор является специфичным, так как при порывистом и шквалистом ветре могут остановить соревнования.

Обращает на себя внимание, что спортсмены сборных по мини-футболу, играющие на закрытых площадках, называли значимым влияние высокой температуры воздуха ($6,3 \pm 0,9$ б), высокой влажности воздуха ($6,6 \pm 0,8$ б) и интенсивной инсоляции ($6,1 \pm 1,0$ б) несмотря на то, что в местах проведения соревнований поддерживается средняя температура воздуха $19-22^{\circ}\text{C}$ [10, 56]. Это говорит о том, что, возможно, не соблюдались меры защиты спортсменов сборных при их перемещении от гостиницы до места соревнований, а в гостиницах отсутствовали вентиляторы и кондиционеры, таким образом, спортсмены перегревались еще до начала соревнований. Также часть тренировок проводится на открытом воздухе и у неподготовленных к условиям жаркого и влажного климата спортсменов возникает негативное восприятие вышеперечисленных факторов.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о комплексном влиянии факторов, оказывающих негативное влияние на функциональное состояние спортсменов в условиях жаркого климата. В основном, спортсмены отмечали высокую степень влияния питания и водообеспечения в местах проживания, тренировок и соревнований (от 37,1% до 85,7%), а также нерациональное планирование подготовки к соревнованиям (от 30,8% до 90%). Для видов спорта, соревнования по которым проводятся на воздухе (легкая атлетика, академическая гребля), значимыми являются такие климатические факторы, как высокая температура воздуха, высокая влажность воздуха, интенсивная инсоляция, ветер, осадки со средним значением от $5,6 \pm 0,4$ до $6,3 \pm 0,5$ баллов.

В итоге, на данном этапе выявлена значимость влияния климатических факторов на спортсменов при тренировках соревнованиях на открытых площадках. На следующем этапе рассмотрим степень влияния различных температурных условий на физическую работоспособность спортсменов.

3.2. Влияние климатических условий на физическую работоспособность спортсменов

На II этапе определяли зависимость физической работоспособности спортсменов при нагрузочном тестировании от температуры окружающей среды у 15 мужчин-футболистов. Средний возраст – $24,2 \pm 1,1$ года (от 18 до 27 лет), спортивный разряд от первого взрослого до КМС. Итоговые показатели нагрузочного тестирования показаны в таблице 7.

Анализ полученных данных, свидетельствует, что температура 28-29°C и выше приводят к снижению показателей физической работоспособности и увеличению цены выполняемой нагрузки, а именно:

- время переносимости нагрузки достоверно ($p < 0,05$) по сравнению с фоном снизилось на 5,5% при температуре 33-34°C и на 14% при температуре 38-39°C;
- время наступления ПАНО достоверно ($p < 0,05$) снизилось на 9% при температуре тестирования 33-34°C и на 8,6% при температуре тестирования 28-29°C;
- МПК достоверно ($p < 0,05$) снижалось по сравнению с фоном во все дни исследования на 9%, 13% и 17%, соответственно. Как видно, наибольшее снижение МПК, получено при температуре 39°C – на 17%;
- VO_2 на ПАНО достоверно снижалось при температуре 33-34°C с $42,81 \pm 1,48$ до $37,35 \pm 0,98$, при температуре 38-39°C до $37,81 \pm 1,30$ мл/(мин/кг);
- по сравнению с фоном скорость утилизации CO_2 достоверно ($p < 0,05$) снижалась во все дни исследования, максимально (на 35%) при температуре 38-39°C;
- частота сердечных сокращений в покое увеличилась при 38-39°C с $80,31 \pm 3,71$ до $93,23 \pm 5,82$ уд/мин, аналогично пульс увеличился на уровне ПАНО с $173,31 \pm 2,13$ до $181,31 \pm 3,04$ уд/мин. По сравнению с фоном тестирование при температуре 33-34°C и 38-39°C во время восстановительного периода (на пятой минуте) достоверно возрастала частота пульса на 8% и 16%, соответственно;

Таблица 7 - Показатели нагрузочного тестирования футболистов при беге «до отказа» в четырёх климатических условиях (n=15)

Показатель	Климатические условия Т _{возд.} , °С; Влажность, %			
	Т _{возд.} - 22°С Влажность - 35%	Т _{возд.} - 28-29°С Влажность - 75%	Т _{возд.} - 33-34°С Влажность - 75%	Т _{возд.} - 38-39°С Влажность - 75%
Время нагрузки, сек	751,85±15,14	745,69±15,48	711,54±13,76*	647,23±12,82*
Время АТ (ПАНО), сек	587,23±13,98	536,77±13,69*	534,31±16,91*	562,23±17,20
МПК, мл/мин/ кг	49,12±1,39	44,73±1,38*	42,74±1,06*	40,90±0,99*
V'O ₂ (ПАНО), мл/(мин/кг)	42,81±1,48	39,96±1,58	37,35±0,98*	37,81±1,30*
V'CO _{2max} , мл/мин/кг	64,46±1,76	55,96±1,90*	57,05±1,75*	41,83±1,41*
ЧСС покоя, уд/мин	80,31±3,71	82,00±3,08	81,85±3,85	93,23±5,82*
ЧСС (ПАНО), уд/мин	173,31±2,13	168,77±3,17	170,08±3,66	181,31±3,04*
ЧСС макс, уд/мин	190,85±1,84	192,00±2,67	190,38±1,96	194,00±2,50
ЧСС восст, уд/мин	126,69±3,07	134,92±2,90	137,92±3,84*	150,23±4,39*
V'E макс, л/мин	145,73±4,44	144,29±5,43	143,21±5,97	126,44±11,50
ЧД макс, в мин	50,98±2,58	46,48±2,77*	47,49±2,65	48,86±3,77
Лактат перед тестом, ммоль/л	1,28±0,09	1,34±0,06	1,52±0,17	1,31±0,12
Лактат после теста, ммоль/л	10,20±0,35	10,17±0,37	9,43±0,67	9,32±0,71
R _{max} , отн.ед.	1,35±0,01	1,35±0,04	1,38±0,02	1,12±0,02*
V'O ₂ покой, мл/мин	445,23±19,93	376,08±15,21*	346,23±14,35*	389,77±16,88*
V'CO ₂ покой, мл/мин	402,31±18,79	351,77±11,12*	321,23±14,30*	312,62±16,20*
V'E покой, л/мин	14,20±0,77	13,92±0,50	13,26±0,68*	14,15±0,75
ЧД покой, в мин	17,64±1,17	16,65±0,77	16,52±1,01*	15,60±0,86*

Примечание: * p<0,05 значения достоверны к фону - комфортные климатические условия (температура – 22°С, влажность – 35%)

- Максимальная частота дыхания достоверно снизилась при температуре 28-29°C с $50,98 \pm 2,58$ до $46,48 \pm 2,77$ в минуту;
- Дыхательный коэффициент был ниже при 38-39°C на 0,23 отн.ед. по сравнению с нормотермией;
- $V'O_2$ в покое достоверно снизилось при температурах 28-29°C, 33-34°C и 38-39°C с $445,23 \pm 19,93$ до $376,08 \pm 15,21$, $346,23 \pm 14,35$ и $389,77 \pm 16,88$ мл/мин, соответственно. $V'CO_2$ в покое снижалось аналогично, с $402,31 \pm 18,79$ до $351,77 \pm 11,12$, $321,23 \pm 14,30$ и $312,62 \pm 16,20$ л/мин;
- $V'E$ в покое было достоверно ниже при 33-34°C на 0,94 л/мин;
- Частота дыхания в покое достоверно снизилась при температуре 33-34°C с $17,64 \pm 1,17$ до $16,52 \pm 1,01$ в минуту и при 38-39°C до $15,60 \pm 0,86$ в минуту.

Сравнение показателей в процентном соотношении представлено на рисунках 13, 14, 15 и 16.

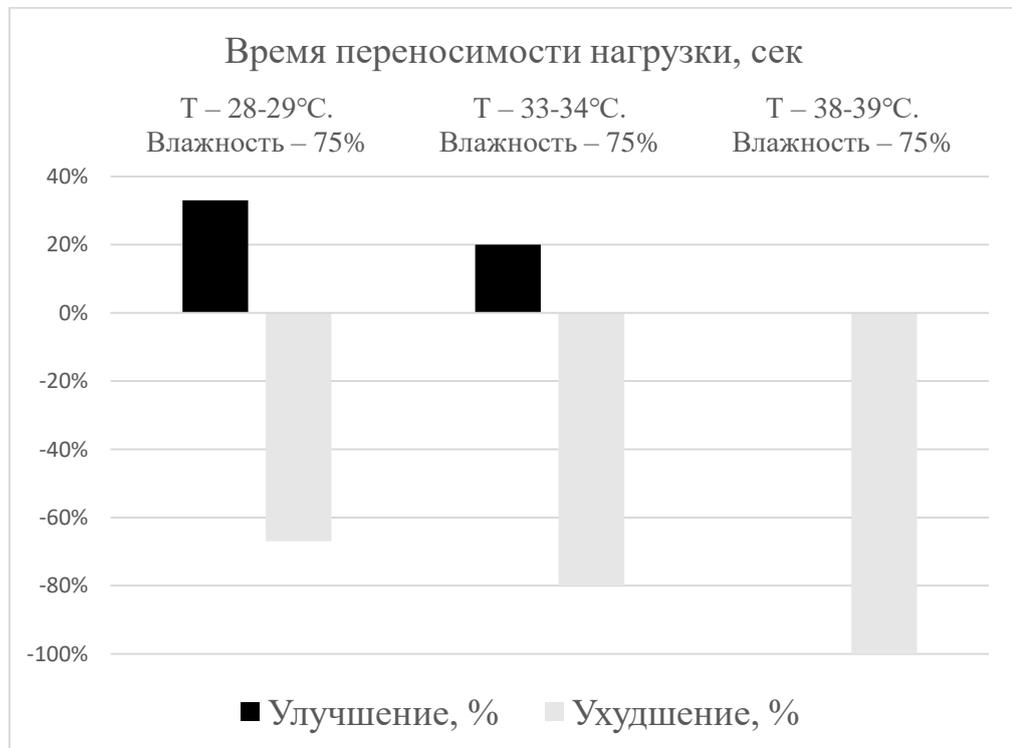


Рисунок 13 – Изменение времени переносимости нагрузки в % в зависимости от климатических условий

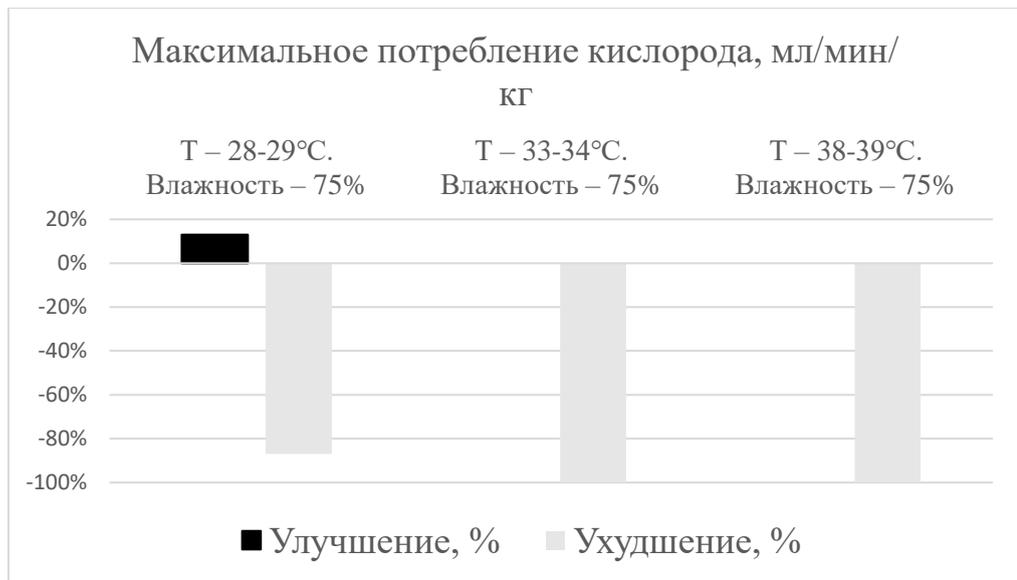


Рисунок 14 – Изменение максимального потребления кислорода в % в зависимости от климатических условий

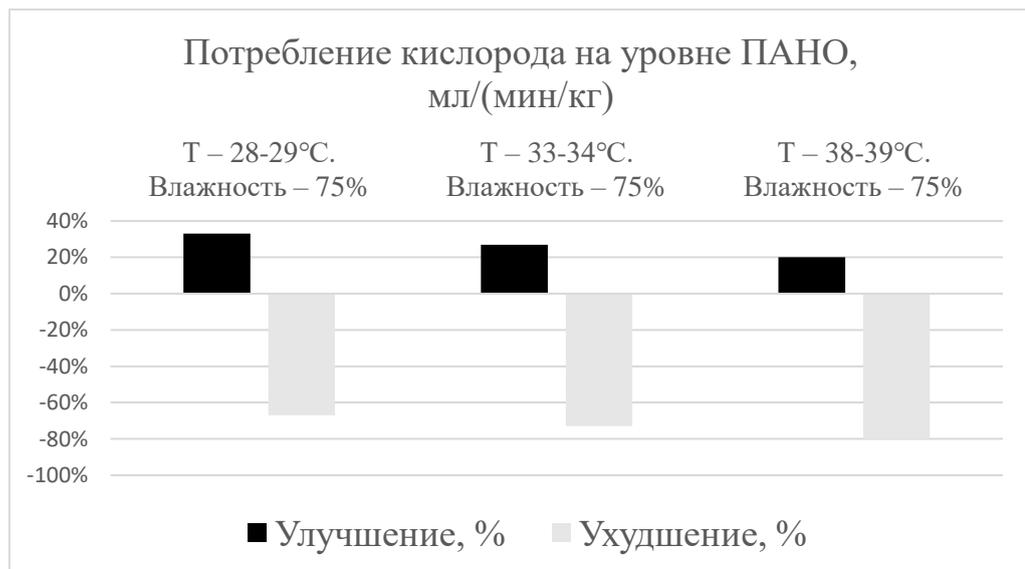


Рисунок 15 – Изменение потребления кислорода на уровне ПАНО в % в зависимости от климатических условий

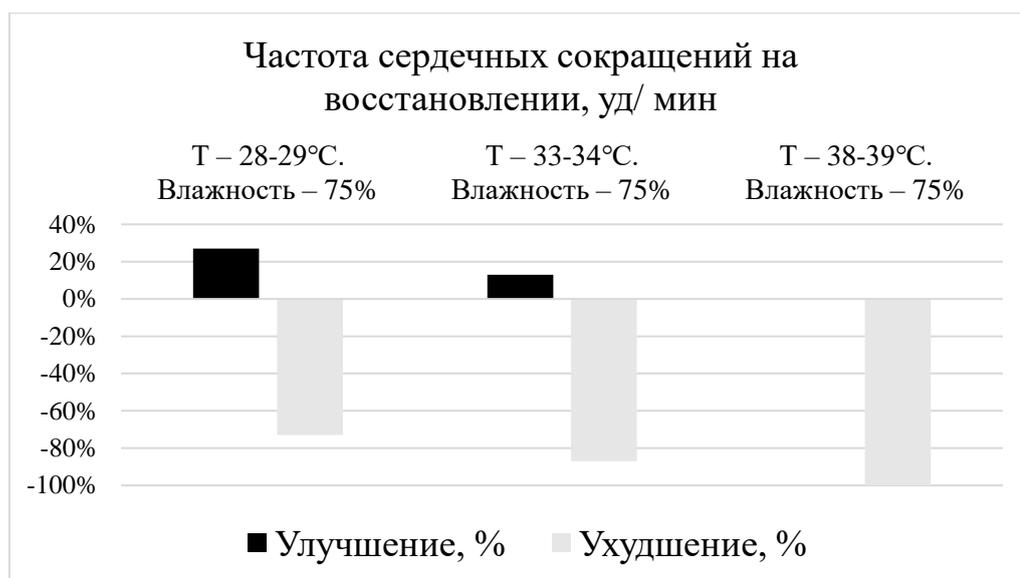


Рисунок 16 – Изменение частоты сердечных сокращений на восстановлении в % в зависимости от климатических условий

Время переносимости нагрузки при температуре 29°C улучшалось у 33% спортсменов, ухудшалось у 67%, при температуре 33-34°C улучшалось у 20% спортсменов, ухудшалось у 80% при температуре 38-39°C ухудшалось у 100%.

Максимальное потребление кислорода при температуре 29°C увеличивалось у 13% спортсменов, ухудшалось у 87%, при температуре 33-34°C и 38-39°C снижалось у 100%.

Потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена при температуре 29°C увеличивалось у 33% спортсменов, снижалось у 67%, при температуре 33-34°C увеличивалось у 27% спортсменов, снижалось у 73% при температуре 38-39°C увеличивалось у 20%, снижалось у 80%.

Восстановление частоты сердечных сокращений при температуре 29°C улучшалось у 27% спортсменов, ухудшалось у 73%, при температуре 33-34°C улучшалось у 13% спортсменов, ухудшалось у 87% при температуре 38-39°C ухудшалось у 100%.

Спортсмены после экспериментов фиксировали свои причины остановки нагрузочного тестирования, результаты самоотчетов представлены в приложении 3. Самоотчеты предоставлены 13 спортсменами из 15. В итоге, выявлено что при

росте температуры окружающей среды у спортсменов увеличивалось количество жалоб, чаще отмечалась нехватка дыхания, появлялись жалобы на головокружение.

Суммируя полученные данные, доказано негативное влияние жаркого и влажного климата на показатели физической работоспособности при выполнении нагрузки на тредмиле, что сопровождается ухудшением субъективных ощущений спортсменов. Основным путем теплоотдачи при 28-29°C и 33-34°C становится потоиспарение (до 80%), увеличивается кожный кровоток до 10-15 раз, составляя около 20% минутного объема крови, укорачивается время наступления потоотделение, увеличивается площадь потоотделения. При температуре 38-39°C этот механизм блокируется ввиду градиента температур, когда температура кожи человека ниже температуры окружающей среды, и быстро наступает тепловое утомление.

Таким образом для дальнейших этапов исследований отобран климатический режим со средней гипертермией 33-34°C со снижением времени выполнения нагрузки на 5,5% при повышении у 20% спортсменов, МПК на 13%. Так как, на режиме с умеренной гипертермией 28-29°C у 33% спортсменов увеличивается время выполнения нагрузки, у 13% увеличивается МПК. На режиме с выраженной гипертермией 38-39°C наблюдаются значительное снижение времени выполнения нагрузки на 14%, МПК на 17%. Также, выбранный режим часто встречается в период летних соревнований, таких как XXXI летние олимпийские игры в г. Рио-де-Жанейро.

3.3. Разработка интегрального показателя теплового состояния спортсмена

На III этапе определялась индивидуальная переносимость спортсменами физической нагрузки в условиях жаркого климата (температура 33°C, влажность воздуха 75%). По итогам нагрузочного тестирования спортсмены были сформированы три группы по 7 человек (n=21) – высокой, средней и низкой физической работоспособности по времени продолжительности нагрузки, времени наступления ПАНО и МПК на тредмиле.

Полученные параметры оценки теплового состояния показаны в таблице 8.

Таблица 8 – Параметры оценки теплового состояния у спортсменов с различным уровнем работоспособности (M± m)

Показатель	Этап (параметр)	Группы физической работоспособности		
		1 – Высокая	2 – Средняя	3 – Низкая
Трект. °С	Фон	38,01±0,15	37,66±0,06	37,75±0,13
	Отказ	39,19±0,15	38,89±0,11	38,89±0,10
	Разница	1,17±0,08	1,23±0,11	1,14±0,08
	10 мин нагрузки	38,11±0,15	38,07±0,11	38,08±0,12
СВТК, °С	Фон	33,32±0,34	33,51±0,13	33,04±0,49
	Отказ	37,87± 0,15	37,53± 0,13	37,37± 0,07*
	Разница	4,54±0,34	4,01±0,23	4,33±0,47
	10 мин нагрузки	36,05±0,21	36,13±0,15	36,08±0,12
Влагопотеря	Общая, л	0,56±0,06	0,28±0,03*	0,45±0,09
	Эффективная, %	63,50±3,20	55,50±2,59	70,14±7,58
Ттимпанальная °С	Фон	36,79±0,05	36,85±0,04	36,74±0,06
	Отказ	37,06±0,13	37,15±0,11	36,87±0,08
	Разница	0,27±0,13	0,30±0,08	0,16±0,05
Тподъязычная °С	Фон	36,94±0,15	36,75±0,09	36,86±0,09
	Отказ	37,84±0,18	37,63±0,19	37,33±0,11
	Разница	0,90±0,17	0,88±0,19	0,50±0,12

Примечание: * p<0,05 значения достоверны к группе с высокой физической работоспособностью

По показателям теплового состояния спортсменов достоверные отличия между группами с высокой и низкой работоспособностью выявлены по средневзвешенной температуре кожи ($^{\circ}\text{C}$) на момент «отказа» от нагрузки, $37,87\pm 0,15$ и $37,37\pm 0,07^{\circ}\text{C}$. Отличия групп с высокой и средней работоспособности выявлены по параметру общей влагопотери (л), $0,56\pm 0,06$ и $0,28\pm 0,03$ литра. В целом, у спортсменов циклических видов спорта данной выборки не выявлено различий изменения теплового статуса в зависимости от уровня тренированности.

При анализе полученных данных было выявлено две корреляции со временем выполнения нагрузки по 25 спортсменам. Получена прямая корреляция между временем выполнения нагрузки и приростом ректальной температуры ($r=0,60$) и приростом подъязычной температуры ($r=0,68$) (таблица 9).

Таблица 9 – Коэффициенты корреляции времени выполнения нагрузки на беговой дорожке в условиях высоких температур с ректальной и подъязычной температурами ($n=25$)

Корреляция	Время выполнения нагрузки
Ректальная температура	0,6
Подъязычная температура	0,68

На данном этапе разрабатывались формулы для определения интегрального показателя теплового состояния. Ввиду отсутствия исследований по данному направлению в спортивной медицине за основу была взята методика оценки теплового состояния из авиационной медицины, основные разработки приходились на 80-е годы [33, 51, 52, 78]. Для адаптации формул к спорту была убрана часть интегрированных расчетов и добавлены изменения, описанные ниже.

В интегральный показатель вошли параметры, доступные для измерения во время сборов и соревнования [53]. В разделе «2.2.3. Методы оценки теплового состояния спортсмена» описаны термохроны для измерения ректальной температуры тела без привязки к термостанции.

Таким образом, в ИПТС вошли показатели: средневзвешенная температура кожи ($^{\circ}\text{C}$) (по 5 точкам: лоб, грудь, рука, спина, нога), средняя температура тела

(°C), теплоощущения (ТО, баллы), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Также для расчета используются следующие показатели: вес (кг), рост (см), величина нагрузки (ватт).

1. На первом этапе до нагрузки в условиях высоких температур производится замер роста и веса, рост измеряется при помощи ростомера, вес – медицинских весов для высокой точности.

1.1 По данным веса и роста рассчитывается показатель площадь поверхности тела по формуле 1:

$$S = 0.0167 \sqrt{\text{ВЕС (кг)} \cdot \text{РОСТ(см)}} \quad (1)$$

1.2 Далее рассчитывается показатель удельной теплопродукции (формула 2):

$$\text{Показатель удельной теплопродукции} = \frac{M}{S} \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right) \quad (2)$$

В исходных формулах предлагается рассчитать $M=E$ (энерготраты)- W (энерготраты, потраченные на выполнение внешней работы), но в случае эргоспирометрического тестирования в спорте показатель M берется из итогового протокола. В других случаях показатель рассчитываются под тренажер или вид активности исходя из документации и сводных таблиц. Для упрощения расчета показателя, например на сборах, целесообразно использовать условные значения M , такие как: $M = 50$ Вт (покой), $M = 100$ Вт (легкая работа), $M = 150$ Вт (средняя работа), $M = 200$ Вт (тяжелая работа).

S – Площадь поверхности тела

1.3 Далее регистрируется температура кожи в 5 участках: лоб, рука, грудь, спина и нога (рисунок 17). Приёмное устройство DS1402D-DR8 (BlueDot) считывает информацию с датчиков и передает в формат txt с использованием специальной компьютерной программы. С помощью полученных данных будет рассчитана средневзвешенная температура кожи (СВТК).

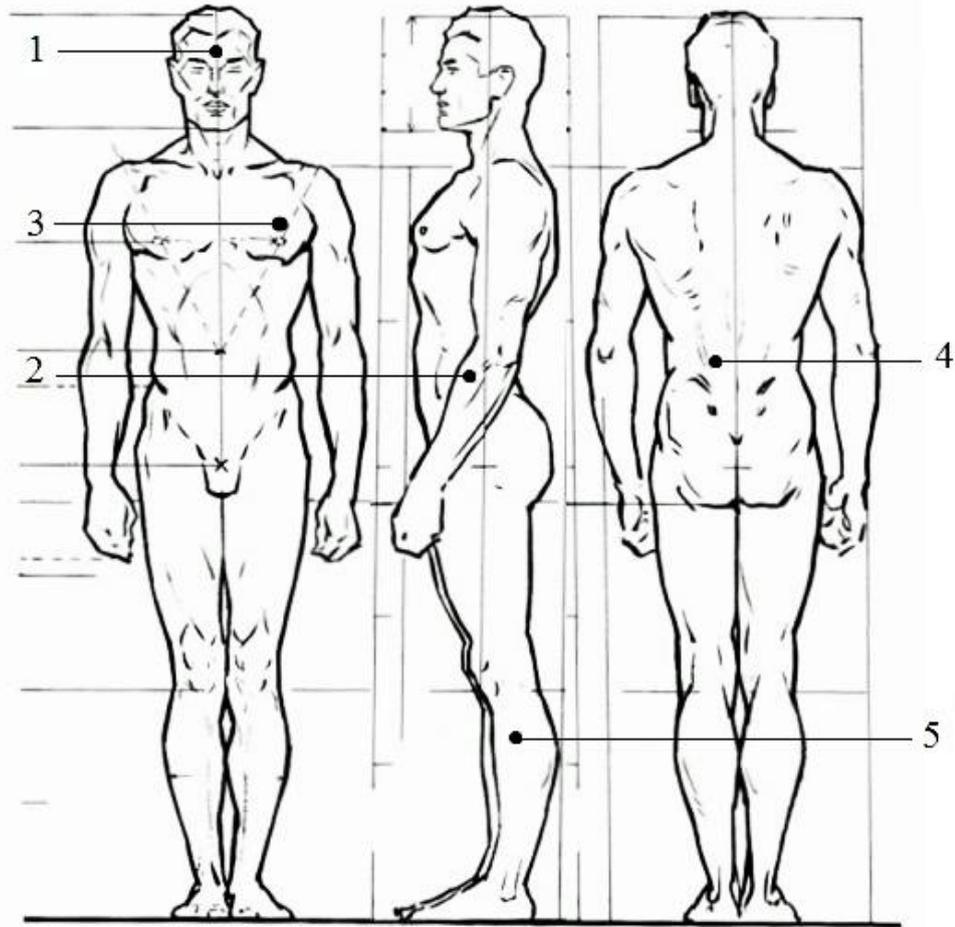


Рисунок 17 – Места крепления термохронов для расчёта средневзвешенной температуры кожи (1 – центр лба; 2 – верхняя латеральная (наружная) треть левого предплечья; 3 – на два сантиметра выше левого соска у мужчин и на второе межреберье слева по сосковой линии у женщин; 4 – нижняя треть спины, на два сантиметра левее позвоночника; 5 – верхняя латеральная (наружная) треть левой голени)

После регистрации и вывода температурных значений полученные показатели вставляются в формулу (3):

$$\text{СВТК} = (T_{\text{ЛОБ}} \cdot 0,05) + (T_{\text{РУКА}} \cdot 0,22) + (T_{\text{ГРУДЬ}} \cdot 0,18) + (T_{\text{СПИНА}} \cdot 0,18) + (T_{\text{НОГА}} \cdot 0,37) \quad (3)$$

Где, $T_{\text{часть тела}}$ – локальная температура поверхности части тела.

В классической оценке используется 11 точек измерения, для оценки в спорте нами предложено измерять по минимально допустимым 5 точкам, с соблюдением пропорций коэффициентов взвешивания частей тела.

1.4 Далее для расчёта средней температура тела (СТТ) производится регистрация ректальной температуры спортсмена. После этого данные считываются через приёмное устройство и выгружаются через специальную компьютерную программу.

Подученные данные вводятся в формулу (4):

$$\text{СТТ} = T_p - 0.1 \cdot e^{-0,01 \frac{M}{S}} \cdot (T_p - \text{СВТК})^{0.67} \quad (4)$$

Где, T_p – ректальная температура ($^{\circ}\text{C}$), СВТК – средневзвешенная температура кожи ($^{\circ}\text{C}$), $\frac{M}{S}$ – показатель удельной теплопродукции

2. На втором этапе рассчитанные показатели переводятся в бальную оценку тепловых состояний и записываются данные субъективных теплоощущений спортсмена.

2.1 Тепловое состояние (ТС) от СВТК (формула 5):

$$\text{ТС от СВТК} = -156,4(38 - \text{СВТК})^{0,01} + 0,009 \frac{M}{S} - 2,8 \left(\frac{34 - \text{СВТК}}{7 + 0,06 \frac{M}{S}} \right)^{2,47} + 158,15 \quad (5)$$

Где, СВТК – средневзвешенная температура кожи ($^{\circ}\text{C}$), $\frac{M}{S}$ – показатель удельной теплопродукции.

В данной формуле при значениях СВТК более $37,6^{\circ}\text{C}$ и $M = 200$ Вт (тяжелая работа) тепловое состояние начинает превышать 4 балла. Это происходит из-за участка формулы $(38 - \text{СВТК})$, при её изменении на число $39/40$ итоговый балл значительно уменьшается, что приводит к некорректному отображению показателя. Поэтому, было принято решение, при превышении балла больше 4 (единичные случаи у спортсменов при нагрузке до отказа в условиях высоких температур) оставлять значение, равное 4.

2.2 Тепловое состояние (ТС) от СТТ (формула 6):

$$TC \text{ от } CTT = 0,0173(CTT - 26,1)^{2,5} - 6,0 \quad (6)$$

Где, CTT – средняя температура тела(°C)

2.3 Тепловое состояние (ТС) от ЧСС (формула 7):

$$TC \text{ от } ЧСС = 6,45 \cdot \ln\left(\frac{ЧСС+0,001\left(\frac{M}{S}\right)^2 - 0,65\frac{M}{S} + 30}{70}\right) \quad (7)$$

Где $\frac{M}{S}$ – показатель удельной теплопродукции

2.4 Теплоощущения (ТО) – субъективная оценка ощущений у человека, создающихся при воздействии факторов, влияющих на его тепловое состояние (температура, влажность, движение воздуха). Данный показатель выражается в баллах, где 0 – комфорт, 1 – тепло, 2 – жарко, 3 – очень жарко, 4 – непереносимо жарко. Спортсмен самостоятельно ежеминутно ставит балл на основе собственных ощущений. В исходной формуле балл зависит от теплоощущений в точках замера СВТК и суммируется по коэффициенту взвешивания, так же как при подсчете СВТК. Так как в условиях спортивной нагрузки сложно ежеминутно сообщать балл теплоощущений для каждого участка тела было выбрано использование оценки общих теплоощущений.

3. На третьем этапе для расчёта интегрального показателя теплового состояния (ИПТС) рассчитанные выше показатели подставляются в формулу (8). В итоговой формуле нет показателя градиента температур от проксимальных участков поверхности тела к дистальным, так как показатель СВТК также информативно отображает напряжение системы терморегуляции. Отсутствует показатель влагопотерь, он рассматривается вне интегрального показателя, так как для его оценки необходимо точное взвешивание без одежды сразу после нагрузки, что не всегда доступно в условиях тренировок и сборов.

$$ИПТС = \frac{\left(\frac{TC \text{ от } СВТК + TC \text{ от } CTT + TC \text{ от } ЧСС}{3}\right) + ТО}{2} \quad (8)$$

Оценка ИПТС укладывается в шкалу 0 - 4,5 балла с шагом в 0,1 балла.

Балльная оценка ИПТС трактуется следующим образом:

- < 0,5 баллов – тепловое состояние комфортное;
- 0,6 - 1,5 балла – тепловой дискомфорт первой степени;

- 1,6 - 2,5 балла – тепловой дискомфорт второй степени;
- 2,6 - 3,5 балла – тепловой дискомфорт третьей степени;
- >3,5 баллов – тепловой дискомфорт четвертой степени.

Пример динамики ИПТС при выполнении спортсменом тестовой нагрузочной пробы в условиях нормотермии и в условиях средней гипертермии представлен на рисунках 18, 19, 20, 21 и 22. Влагопотери и продолжительность выполнения тестовой нагрузки показаны на рисунках 23, 24, 25.

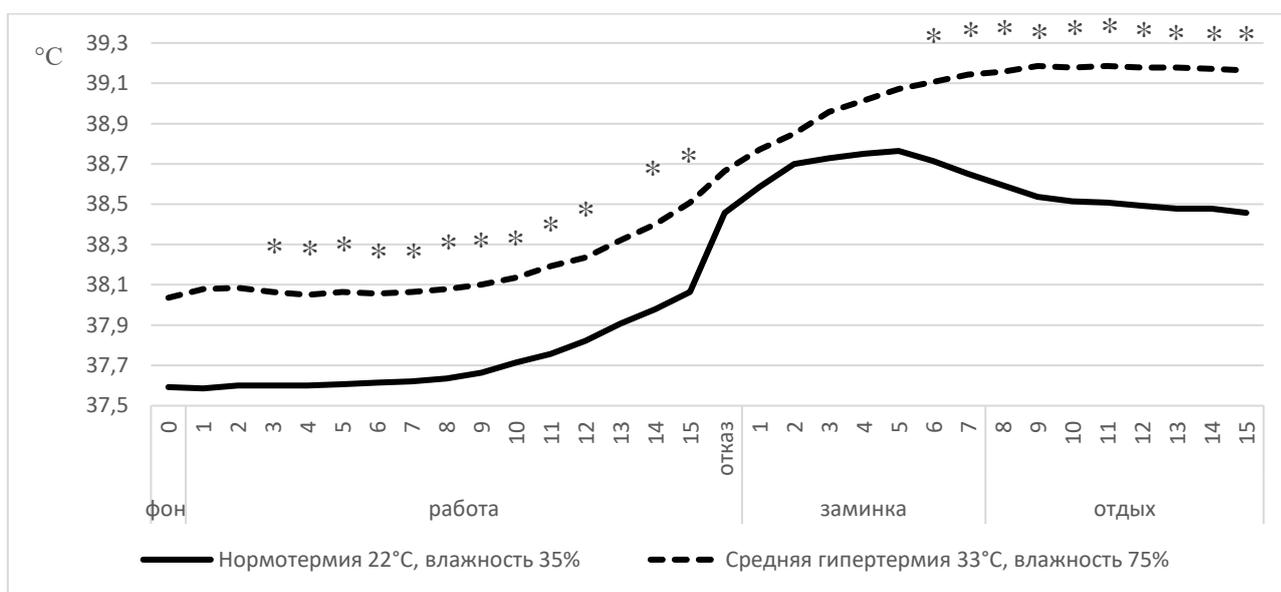


Рисунок 18 – Динамика изменений ректальной температуры в условиях нормотермии при 22°C и влажности 35% и средней гипертермии при 33°C и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n=7$

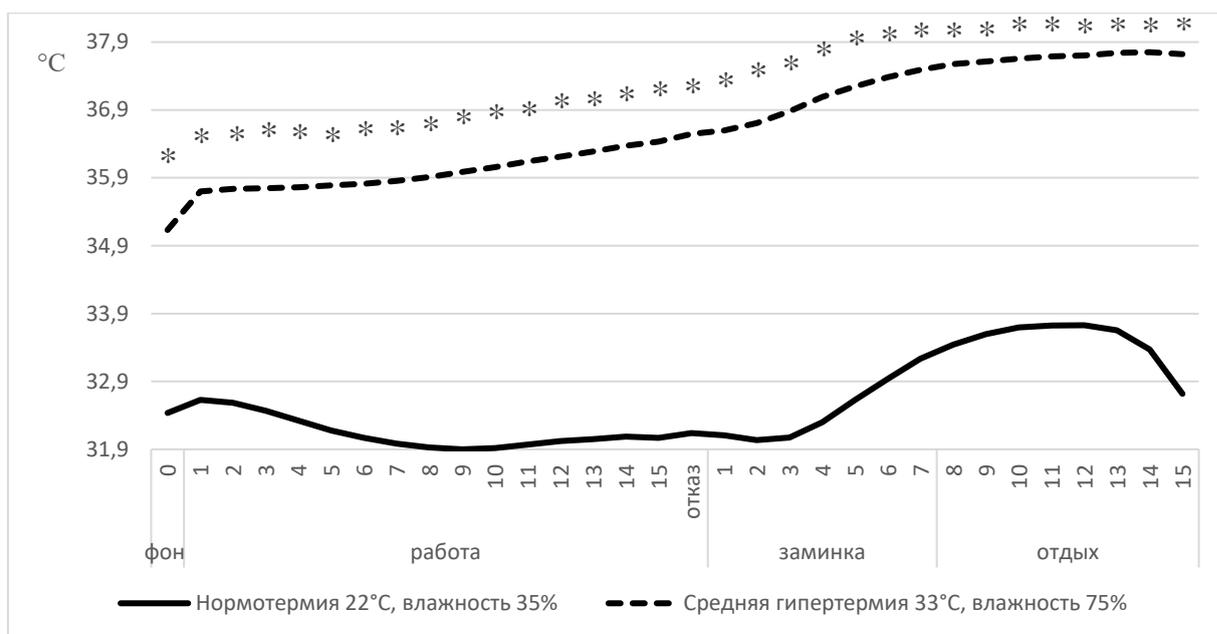


Рисунок 19 – Динамика изменений средневзвешенной температуры кожи в условиях нормотермии при 22°C и влажности 35% и средней гипертермии при 33°C и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n=7$

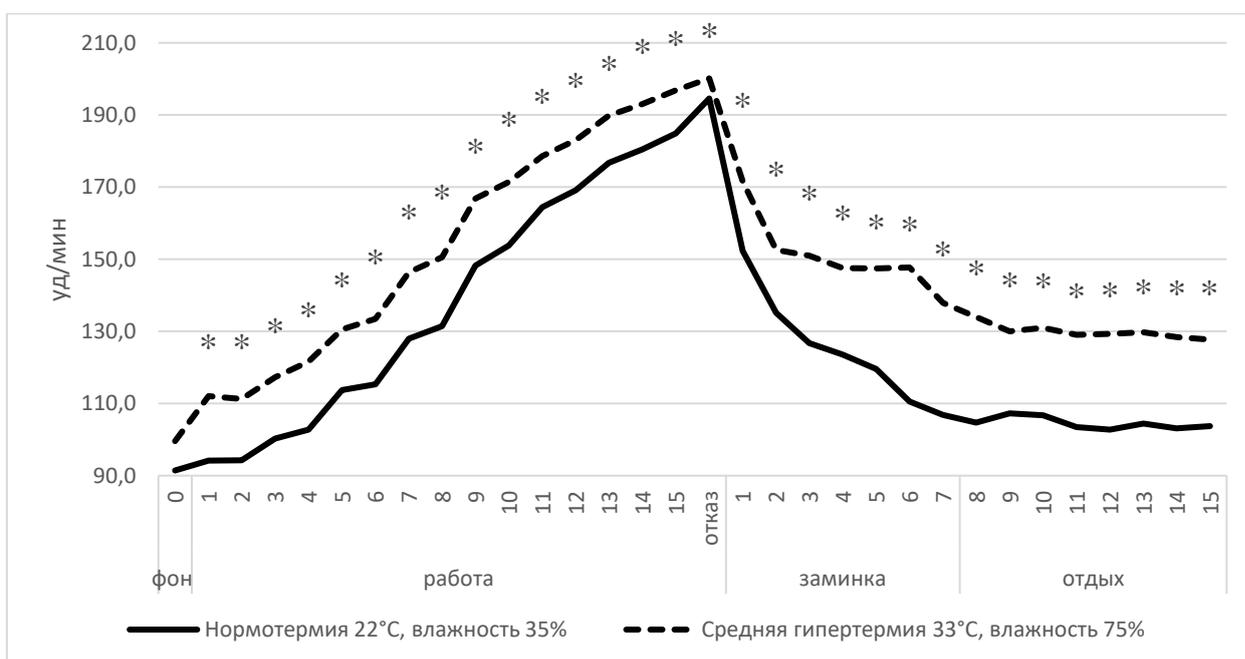


Рисунок 20 – Динамика изменений частоты сердечных сокращений в условиях нормотермии при 22°C и влажности 35% и средней гипертермии при 33°C и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n=7$

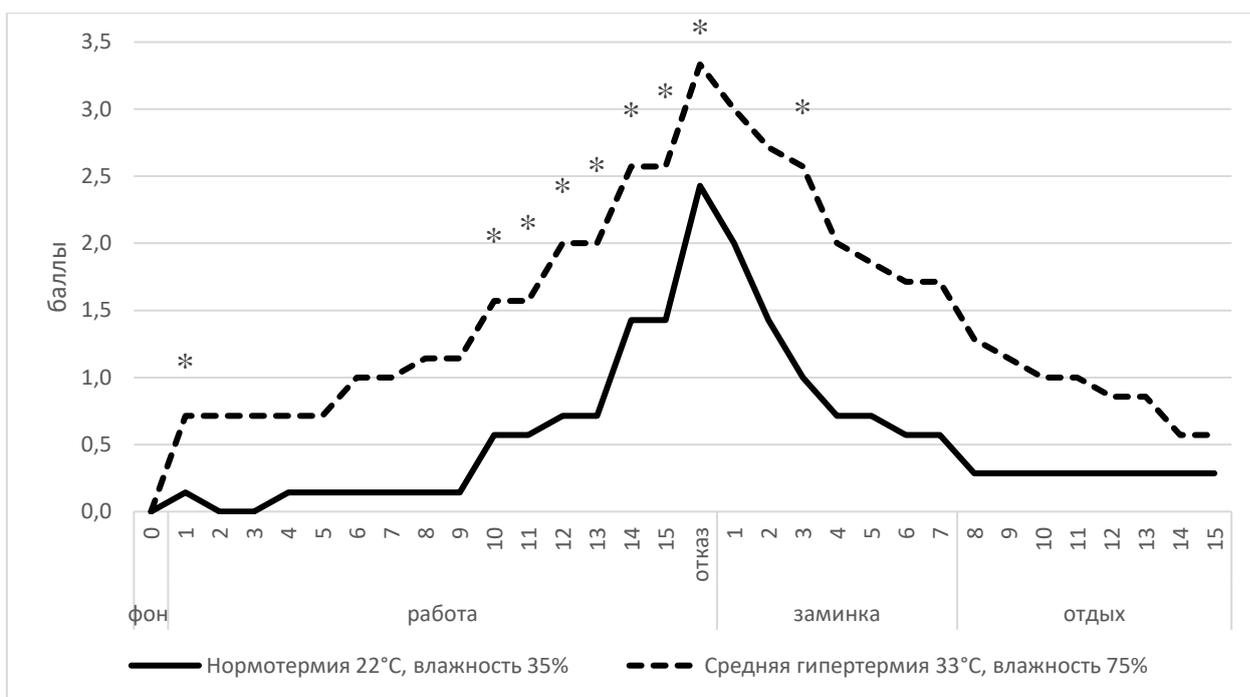


Рисунок 21 – Динамика изменений теплоощущений в условиях нормотермии при 22°C и влажности 35% и средней гипертермии при 33°C и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n=7$

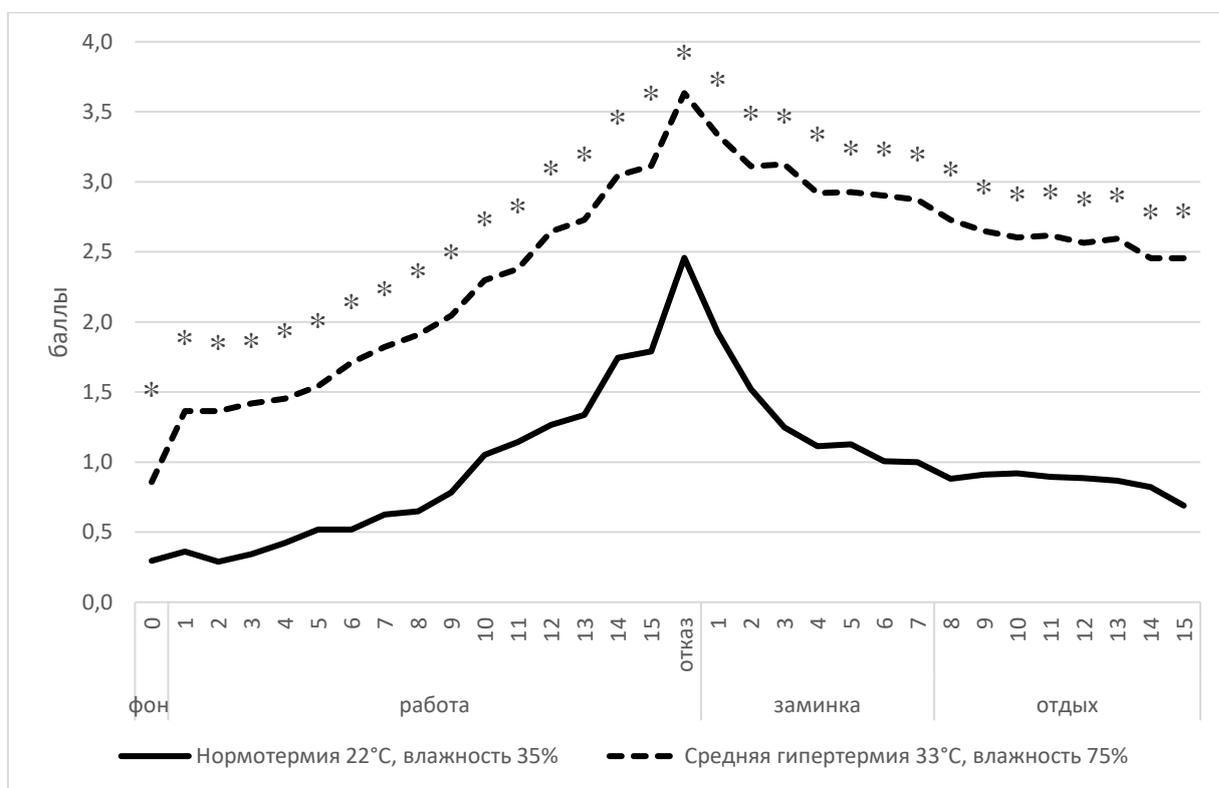


Рисунок 22 – Динамика изменений интегрального показателя теплового состояния в условиях нормотермии при 22°C и влажности 35% и средней гипертермии при 33°C и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n=7$

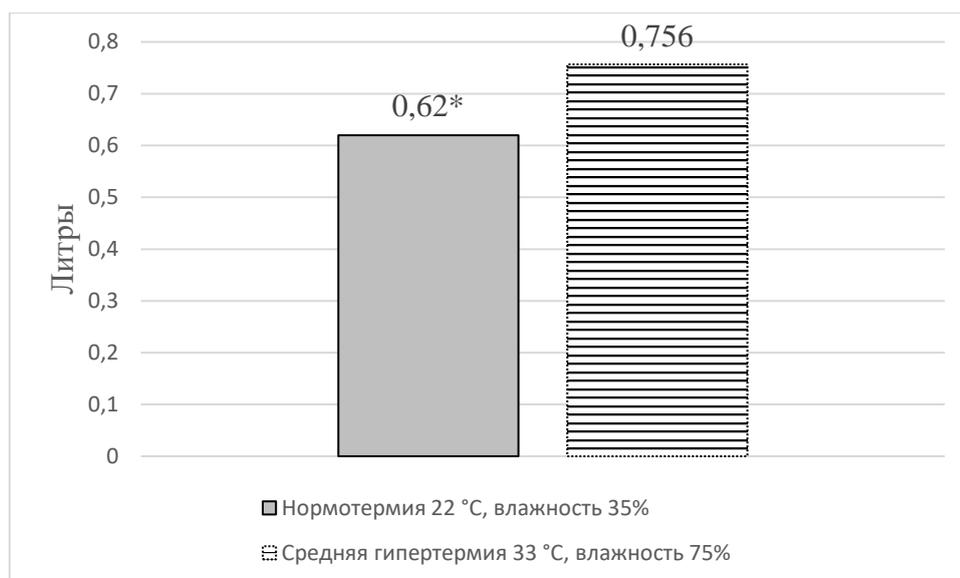


Рисунок 23 – Динамика изменений общих влагопотерь в условиях нормотермии при 22°С и влажности 35% и средней гипертермии при 33°С и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n = 7$

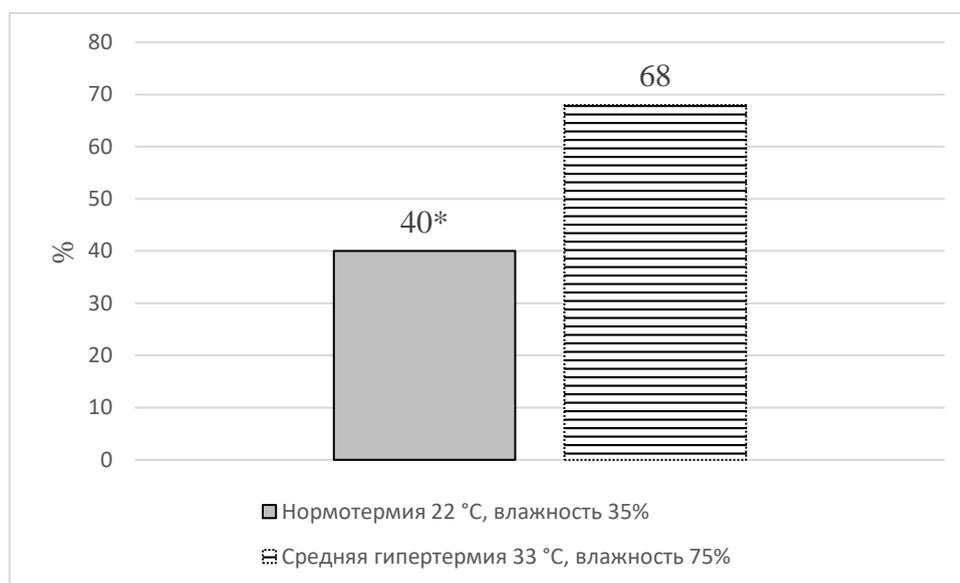


Рисунок 24 – Динамика изменений эффективных влагопотерь в условиях нормотермии при 22°С и влажности 35% и средней гипертермии при 33°С и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n = 7$

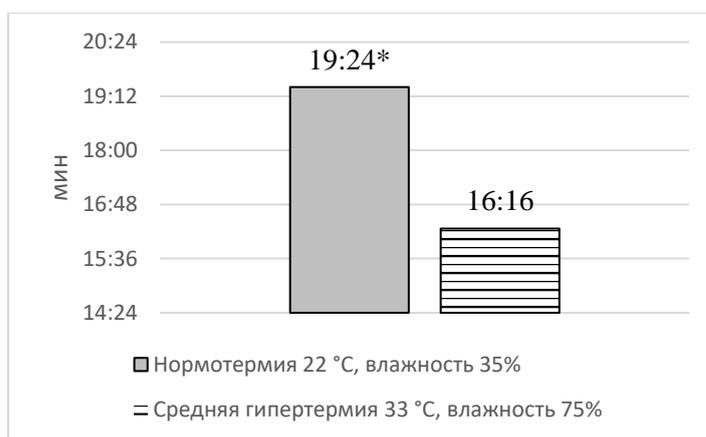


Рисунок 25 – Время выполнения тестовой нагрузки в условиях нормотермии при 22°С и влажности 35% и средней гипертермии при 33°С и влажности 75%, * - $p < 0,05$, $n = 7$

В результате анализа полученных данных выявлено, что показатели теплового состояния изменяются в условиях средней гипертермии (СГ): перед началом тестирования ректальная температура в условиях СГ выше на $0,45^{\circ}\text{C}$ ($38,04 \pm 0,15$ вместо $37,59 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$), что объясняется предстартовым напряжением перед выполнением физической работы в жарком климате. На этапе физической нагрузки ректальная температура при нормотермии увеличилась, в среднем, с $37,59 \pm 0,10$ до $38,46 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, прирост составлял $0,87 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$. В условиях СГ с $38,04 \pm 0,15$ до $38,66 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$, прирост - $0,63 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$. Во время восстановления, при нормотермии, увеличение продолжалось ещё 5 минут и составило $0,18 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, далее температура снижалась. В условиях СГ на восстановлении увеличивалась 9 минут на $0,41 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ и после стабилизации значения на одном уровне с 13 минуты начала снижаться. Основной рост температуры при нормотермии происходил с 13 минуты нагрузки по 2 минуте восстановления с $37,91 \pm 0,12$ до $38,70 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ и составил $0,8 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$, после чего температура снижалась. При СГ основной рост был, также с 13 минуты нагрузки по 5 минуте восстановления с $38,32 \pm 0,15$ до $39,07 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$ и составил $0,8 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$, после чего продолжал рост о 13 минуты восстановления. В результате, в среднем, на $0,46 \pm 0,13^{\circ}\text{C}$ ректальная температура была ниже при нормотермии, прирост в этих условиях - $1,17 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$, в условиях

СГ – $1,15 \pm 0,14^{\circ}\text{C}$. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на 3-12, 14 и 15 минутах нагрузки, на 6 и 7 минутах заминки и на всех точках отдыха.

До тестирования средневзвешенная температура кожи в условиях СГ была $35,13 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$, при нормотермии – $32,43 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$, дельта составляла $2,7 \pm 0,21^{\circ}\text{C}$, далее во время нагрузочного тестирования повышалась до $4,81 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$. В условиях СГ рост температуры кожи во время нагрузки был с $35,70 \pm 0,21$ до $36,55 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$, в среднем, $0,84 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$. Также, во время заминки и отдыха температура повышалась ещё на $1,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. При нормотермии до 9 минуты нагрузочного тестирования температура кожи снижалась с $32,63 \pm 0,20$ до $32,14 \pm 0,38^{\circ}\text{C}$, в среднем, на $0,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. С 9 минуты до «отказа» увеличивалась на $0,23 \pm 0,22^{\circ}\text{C}$ и далее до 11 минуты восстановления на $1,58 \pm 0,39^{\circ}\text{C}$. В итоге, средневзвешенная температура кожи была, в среднем, больше в условиях СГ на $4,07 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$, рост составлял $2,6 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$, при нормотермии $1,12 \pm 0,29^{\circ}\text{C}$. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования.

Пульс в условиях СГ при нагрузке, в среднем был выше на $20,09 \pm 2,91$ уд/мин, в период заминки и отдыха на 25 уд/мин. Пиковые значения «на отказе» в условиях СГ были $200,14 \pm 3,29$ уд/мин, при нормотермии $194,57 \pm 3,39$ уд/мин. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования.

Субъективный показатель теплоощущений в условиях СГ во время нагрузки увеличивался с $0,71 \pm 0,29$ до $3,33 \pm 0,37$ баллов, где 0 баллов – «комфорт», 3 балла – «очень жарко», и снижался во время восстановления до $0,57 \pm 0,30$ баллов. При нормотермии на протяжении 9 минут нагрузки теплоощущения составляли $0,11 \pm 0,16$ балл далее увеличивались и во время «отказа» показатель равнялся $2,43 \pm 0,53$ баллам, где 2 балла – «жарко», снижались в процессе восстановления до $0,29 \pm 0,18$ баллов за 9 минут и далее не изменялись. В итоге теплоощущения во время выполнения нагрузочного тестирования при нормотермии по сравнению с СГ ниже в среднем на $0,88 \pm 0,32$ баллов. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на 1, 10-15 минутах нагрузки, на «отказе» и на 3 минуте заминки.

Общая влагопотеря в условиях СГ была достоверно выше на 170 мл и эффективность влагопотери достоверно возросла на 30%.

ИПТС перед нагрузкой в условиях нормотермии составлял $0,29 \pm 0,07$ балла, в условиях ВТ – $0,86 \pm 0,10$ баллов. Во время нагрузки ИПТС увеличивался при нормотермии с $0,36 \pm 0,13$ до $2,46 \pm 0,31$ баллов, что соответствует 2 степени теплового дискомфорта, в процессе восстановления снижался до $0,69 \pm 0,19$ баллов. В условиях СГ интегральный показатель увеличивался с $1,36 \pm 0,19$ до $3,63 \pm 0,26$ баллов, 4 степень теплового дискомфорта, и снижался до $2,46 \pm 0,25$ баллов во время восстановления. Интегральный показатель был ниже при нормотермии, в среднем, на $1,43 \pm 0,21$ балла. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования.

Время нагрузки в условиях СГ достоверно снижалось с $1163,71 \pm 64,28$ до $975,86 \pm 30,39$ секунд.

Таким образом, можно сделать выводы о влиянии работы максимальной продолжительности в условиях СГ на тепловое состояние спортсмена. Рост ректальной температуры, который начинается ещё до исследования, в процессе выполнения нагрузки приводит к более значительному тепловому утомлению. Показатели средневзвешенной температуры кожи и теплоощущения значительно выше в условиях СГ, что снижает функциональную работоспособность спортсменов. Лимитирующим признаком, определяющим ограниченность состояния работоспособности во времени, являлся сдвиг ЧСС влево, свидетельствовавший о более раннем наступлении предельных значений ЧСС. Увеличение общей и эффективной влагопотери говорит о высокой адаптивной способности спортсменов к условиям СГ. Результаты отражались в интегральном показателе теплового состояния. С целью повышения функциональной работоспособности в первую очередь необходимо снизить показатели средневзвешенной температуры кожи и теплоощущений, с этой целью использовалась специальная охлаждающая жидкость, результаты использования которой будут представлены в следующем сравнении.

3.4. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании средств коррекции

3.4.1. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в условиях высоких температур

Спортсмены проходили тестирование при 33°C и влажности 75% без использования охлаждающей жидкости и с использованием её с водой в пропорции 1 к 5 на футболке (100% хлопок) [65, 106]. Результаты выполненных исследований представлены на рисунках 26–33.

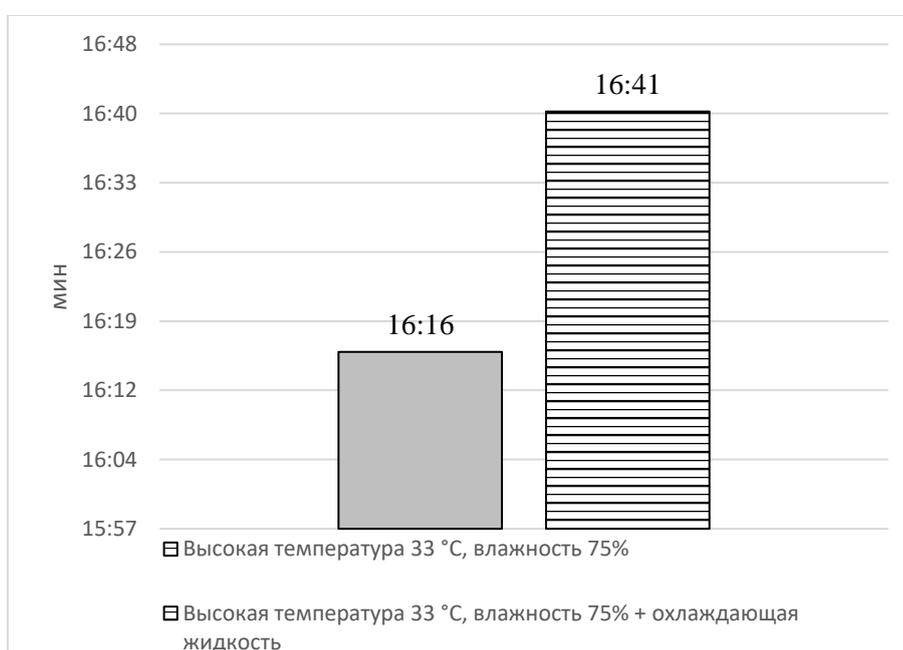


Рисунок 26 – Продолжительность выполнения нагрузки в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, n=7

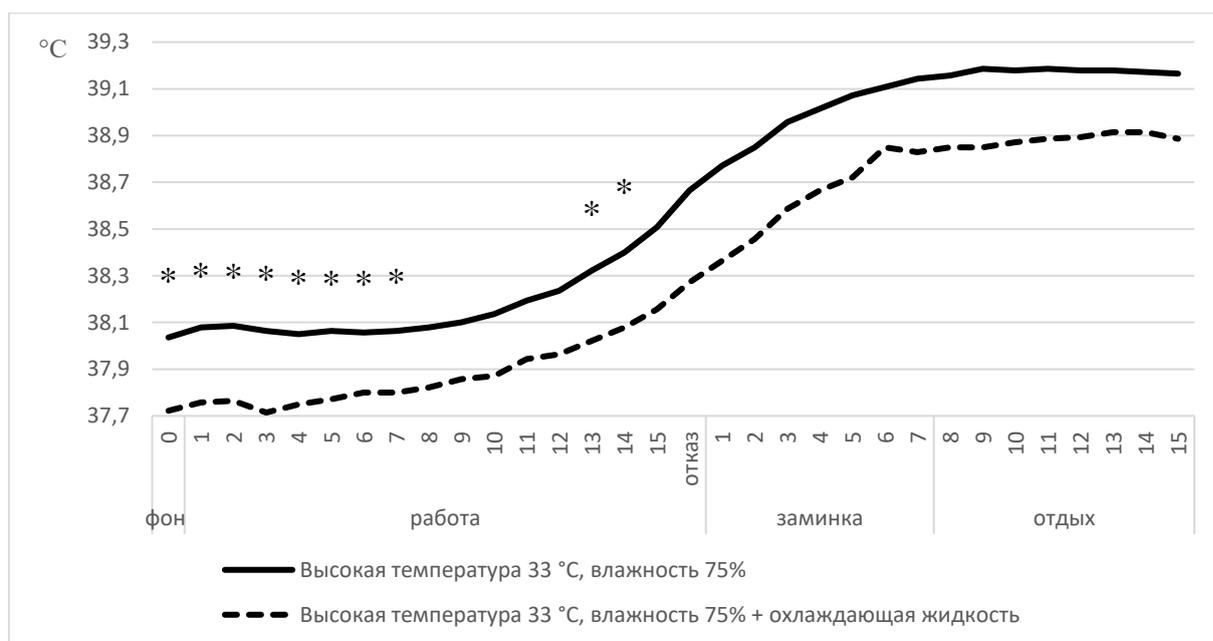


Рисунок 27 – Динамика изменений ректальной температуры в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, n=7

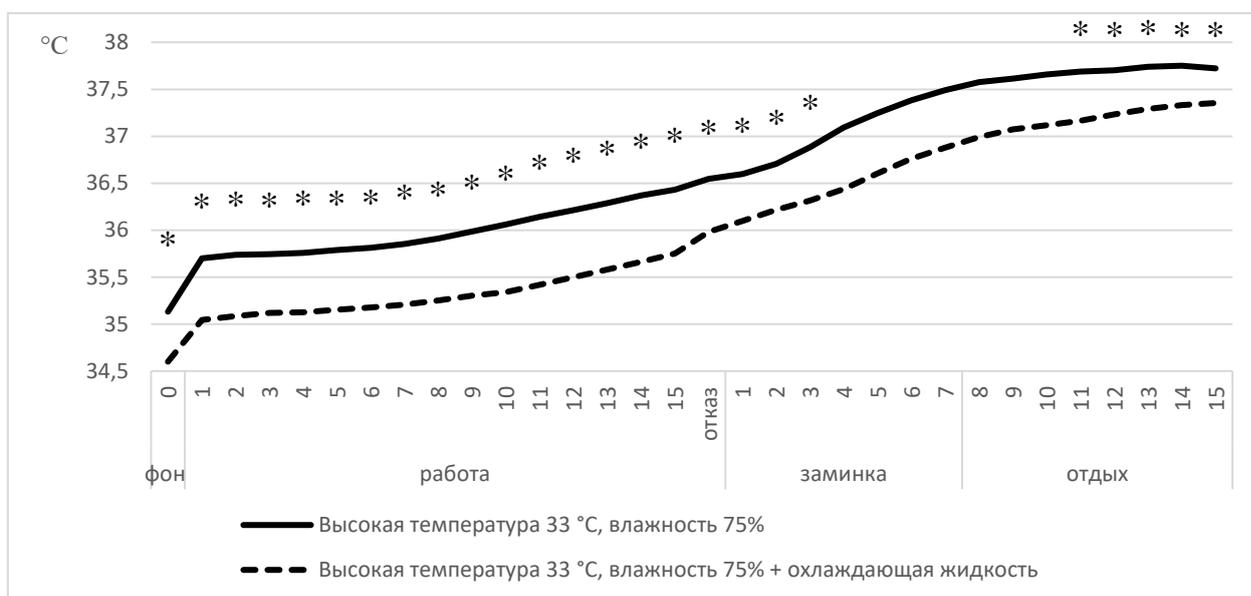


Рисунок 28 – Динамика изменений средневзвешенной температуры кожи в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, n=7

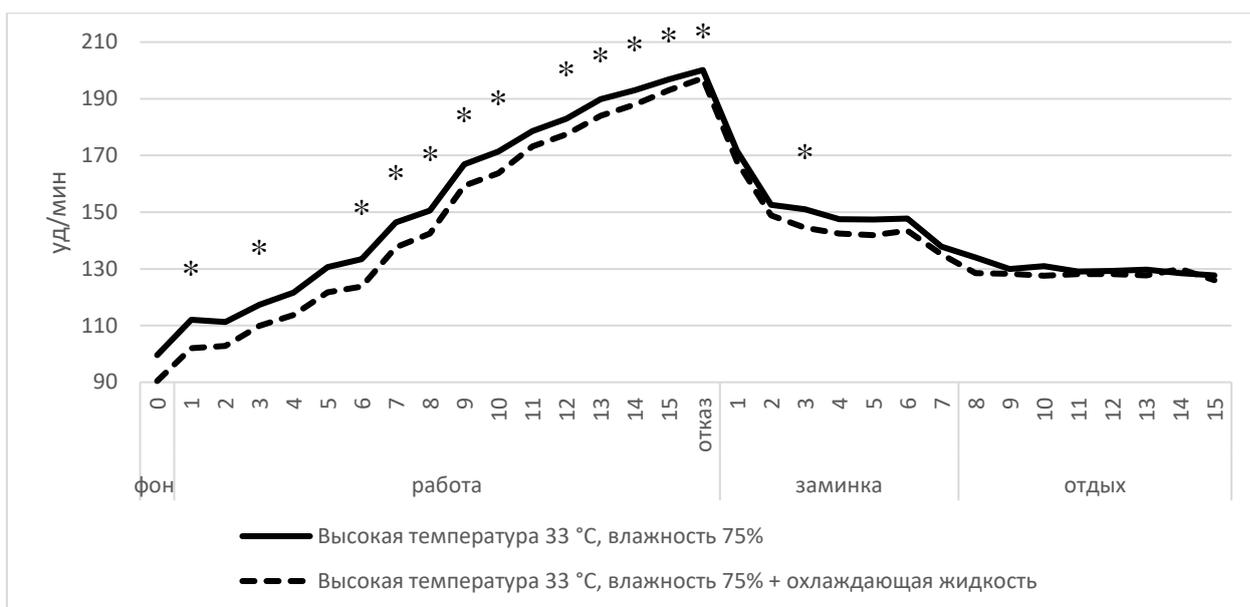


Рисунок 29 – Динамика изменений частоты сердечных сокращений в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, $n=7$

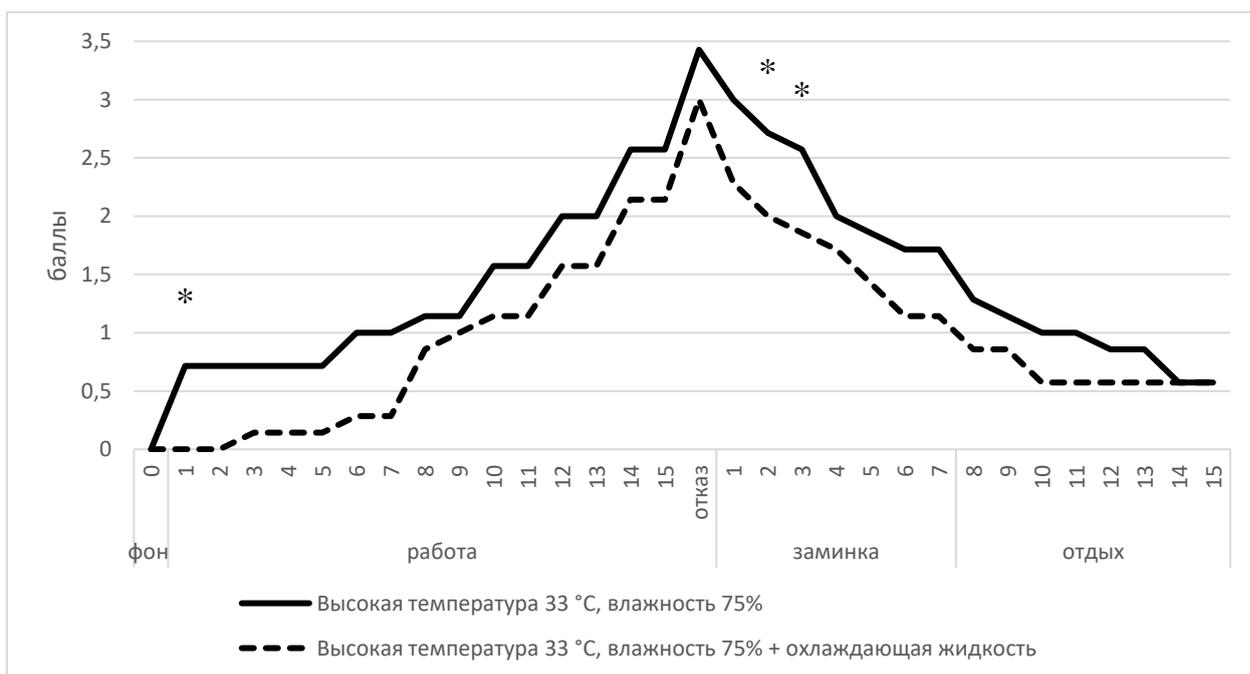


Рисунок 30 – Динамика изменений теплоощущений в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, $n=7$

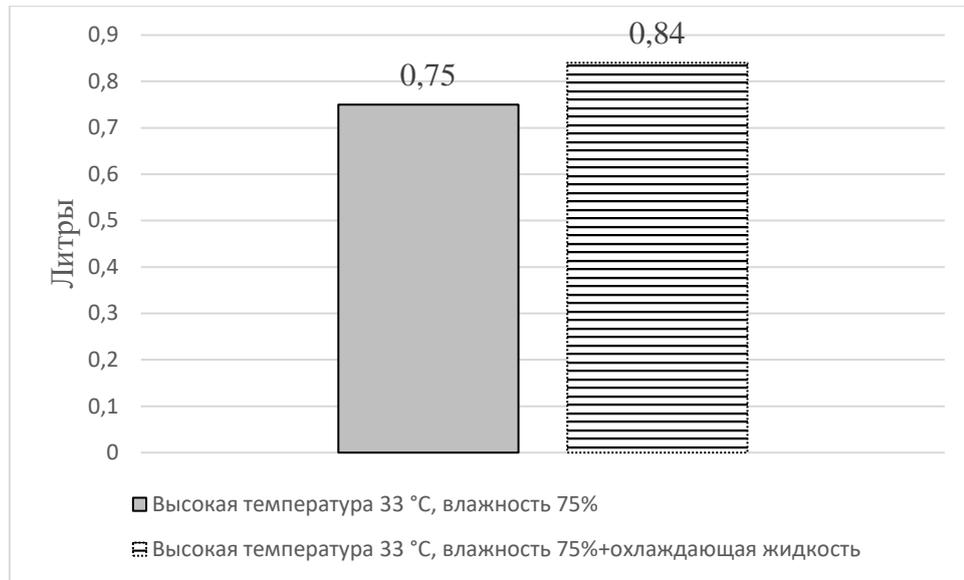


Рисунок 31 – Динамика изменений общих влагопотерь в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, n=7

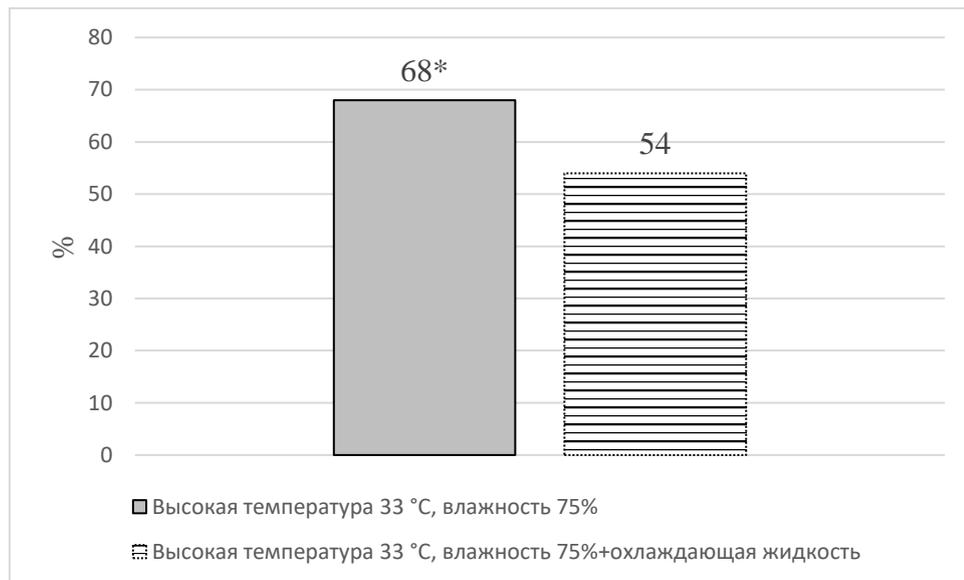


Рисунок 32 – Динамика изменений эффективных влагопотерь в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, n=7

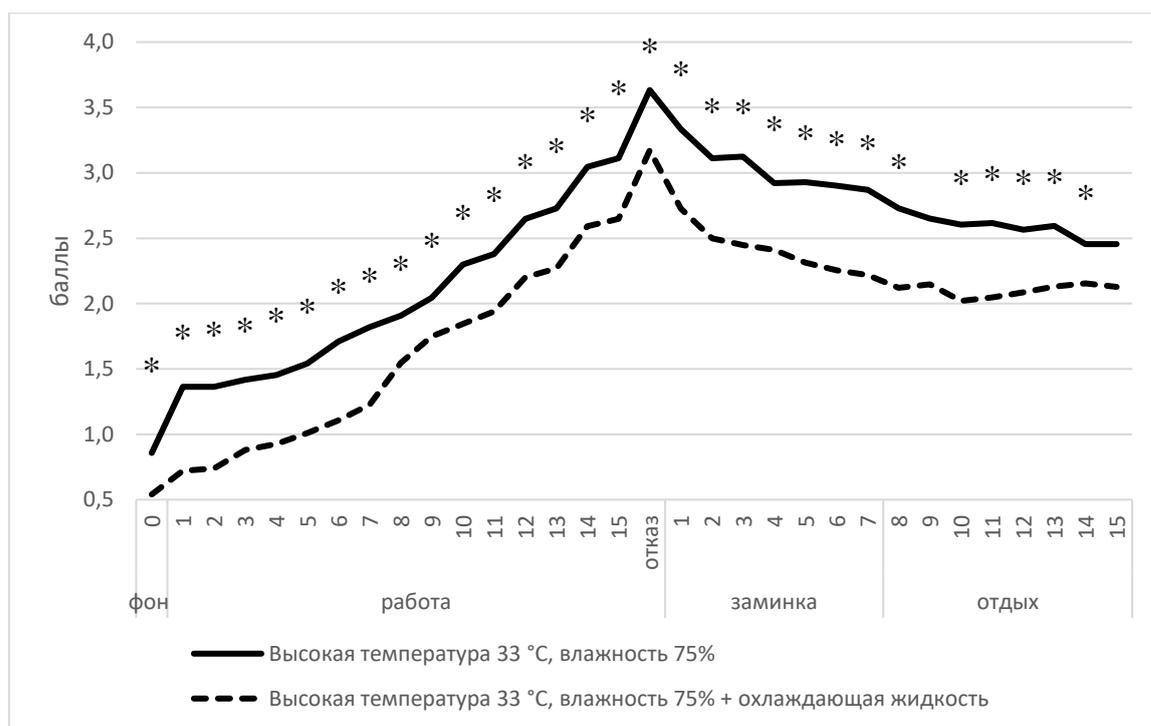


Рисунок 33 – Динамика изменений интегрального показателя теплового состояния в условиях высокой температуры и условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости, $n=7$

В результате анализа полученных данных выявлено, что в условиях высоких температур применение специальной охлаждающей жидкости приводит к следующим изменениям показателей теплового состояния. Время нагрузки при использовании охлаждающей жидкости увеличивалось с $975,86 \pm 30,39$ до $1001,14 \pm 32,46$ секунд.

Перед началом тестирования ректальная температура при применении охлаждающей жидкости ниже на $0,3^\circ\text{C}$ ($37,72 \pm 0,17$ вместо $38,04 \pm 0,16^\circ\text{C}$), это связано с уменьшением напряжения перед стартом из-за охлаждающего действия специальной жидкости. Во время нагрузочного тестирования температура без использования жидкости увеличивалась, в среднем, с $38,04 \pm 0,15$ до $38,66 \pm 0,12^\circ\text{C}$, прирост составлял $0,63 \pm 0,14^\circ\text{C}$. С использованием жидкости с $37,76 \pm 0,17$ до $38,27 \pm 0,28^\circ\text{C}$, прирост - $0,51 \pm 0,2^\circ\text{C}$. В период заминки и отдыха, без применения специальной жидкости, температура росла ещё на $0,41 \pm 0,13^\circ\text{C}$. В условиях СГ с жидкостью ректальная температура увеличивалась на $0,61 \pm 0,14^\circ\text{C}$. В итоге разница

ректальных температур составляла $0,31 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены в фоне, до 7 минуты и на 13, 14 минутах нагрузки.

До тестирования средневзвешенная температура кожи в условиях высоких температур была $35,13 \pm 0,23^{\circ}\text{C}$, при применении охлаждающей жидкости - $34,60 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$, дельта составляла $0,5 \pm 0,17^{\circ}\text{C}$. Без использования жидкости рост температуры кожи во время нагрузочного тестирования был с $35,70 \pm 0,21$ до $36,55 \pm 0,24^{\circ}\text{C}$, в среднем, $0,84 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$, продолжался во время заминки и отдыха ещё на $1,2 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$. При использовании жидкости рост с $35,04 \pm 0,11$ до $35,98 \pm 0,07^{\circ}\text{C}$, в среднем, $0,94 \pm 0,11^{\circ}\text{C}$ и до $1,37 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ во время восстановления. Таким образом, средневзвешенная температура кожи была, в среднем, больше в условиях высоких температур на $0,6 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, рост составлял $2,6 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$, с использованием охлаждающей жидкости $2,75 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования, кроме 4-10 минут восстановления.

Частота сердечных сокращений в условиях СГ с использованием жидкости была ниже, в среднем, в процессе выполнения физической нагрузки на 7 уд/мин, на «отказе» – 3 уд/мин ($200,14 \pm 3,29$ в сравнении с $197,29 \pm 3,86$ уд/мин), во время восстановления – 3 уд/мин. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены во время нагрузки на 1, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 минутах и на «отказе». Также достоверные отличия показаны на 3 минуте заминки.

Субъективный показатель теплоощущений в условиях СГ во время нагрузки увеличивается с $0,71 \pm 0,29$ до $3,33 \pm 0,37$ баллов, где 0 баллов – «комфорт», 3 балла – «очень жарко», и снижался во время восстановления до $0,57 \pm 0,30$ баллов. С использованием жидкости теплоощущения во время нагрузки увеличивались с 0 до $3,00 \pm 0,63$ баллов и снижались во время восстановления до $0,57 \pm 0,18$ баллов. В итоге теплоощущения ниже при использовании жидкости, в среднем, на $0,44 \pm 0,39$ баллов во время выполнения исследования. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на 1 минуте нагрузки, и на 2, 3 минутах заминки.

Общая влагопотеря с использованием жидкости была выше на 70 мл и эффективность влагопотери достоверно снизилась на 14% с 68 до 54%.

Интегральный показатель теплового состояния перед нагрузкой без использования жидкости составлял $0,86 \pm 0,10$ балла, с использованием – $0,54 \pm 0,16$ балла. В условиях высоких температур без жидкости интегральный показатель увеличивался с $1,36 \pm 0,19$ до $3,63 \pm 0,26$ баллов, 4 степень теплового дискомфорта, и снижался до $2,46 \pm 0,25$ баллов во время восстановления. С использованием жидкости во время нагрузки показатель увеличивался с $0,72 \pm 0,16$ до $3,17 \pm 0,42$ баллов, что соответствует 3 степень теплового дискомфорта и снижался за время восстановления до $2,13 \pm 0,24$ балла. Интегральный показатель ниже при использовании жидкости, в среднем, на $0,69 \pm 0,26$ баллов. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования кроме 9 минуты восстановления.

Таким образом, в результате сравнения можно сделать выводы о положительном влиянии специальной охлаждающей жидкости в условиях СГ на тепловое состояние спортсмена. Увеличение продолжительности выполнения нагрузки на 25 секунд произошло, в основном, за счет положительного влияния жидкости на средневзвешенную температуру кожи и теплоощущения. Результат отражается в достоверном отличии изменения теплового состояния по данным интегрального показателя. С целью выявления, зависит ли изменение теплового статуса спортсмена от состава жидкости, далее будет сравниваться использование специальной охлаждающей жидкости с водой.

3.4.2. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в сравнении с водой в условиях высоких температур

Спортсмены проходили тестирование при 33°C и влажности 75 % с использованием охлаждающей жидкости в разведении с водой в пропорции 1 к 5 на футболке (100% хлопок) и просто водой. Подробно про использование средств коррекции в исследовании написано в главе 2.2.4. Методы коррекции теплового

состояния спортсмена. Результаты выполненных исследований представлены на рисунках 34–41.

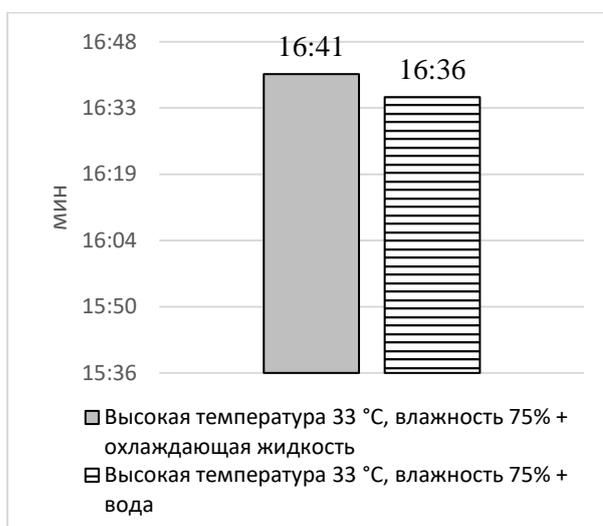


Рисунок 34 – Продолжительность выполнения нагрузки в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

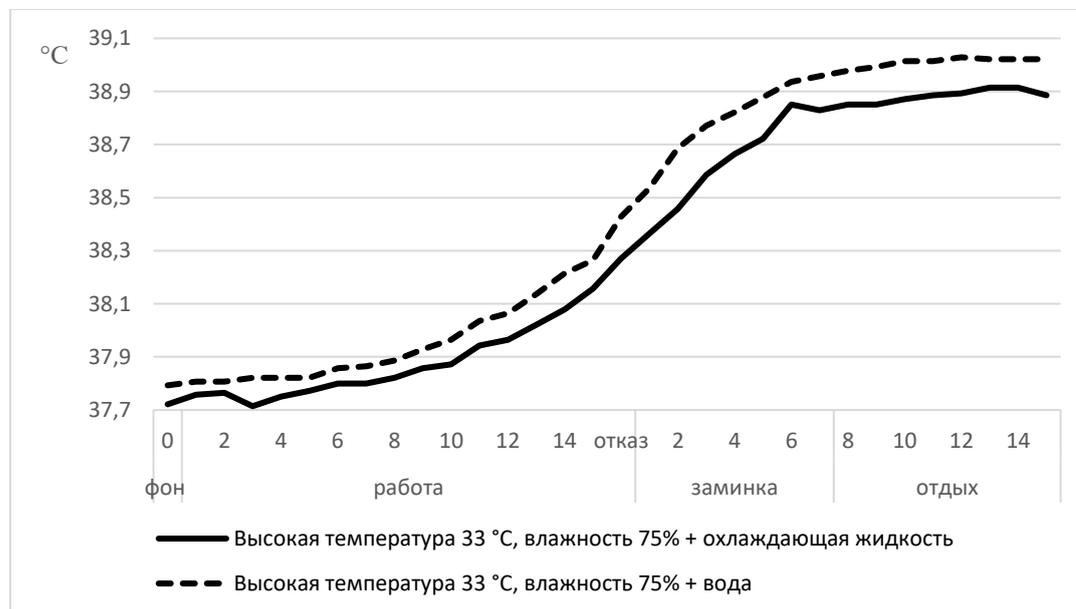


Рисунок 35 – Динамика изменений ректальной температуры в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

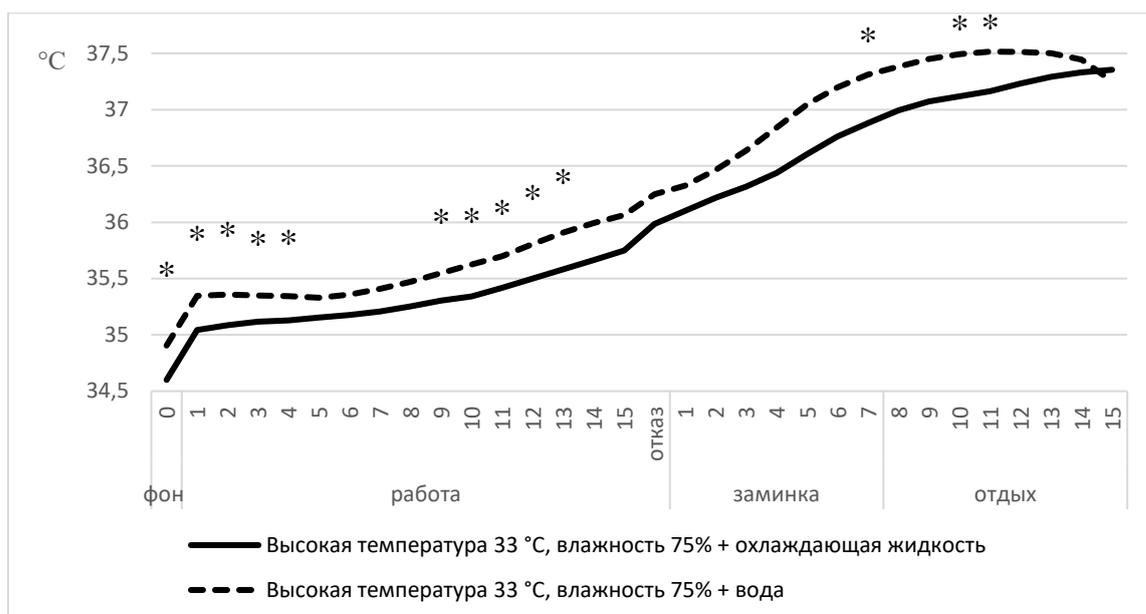


Рисунок 36 – Динамика изменений средневзвешенной температуры кожи в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

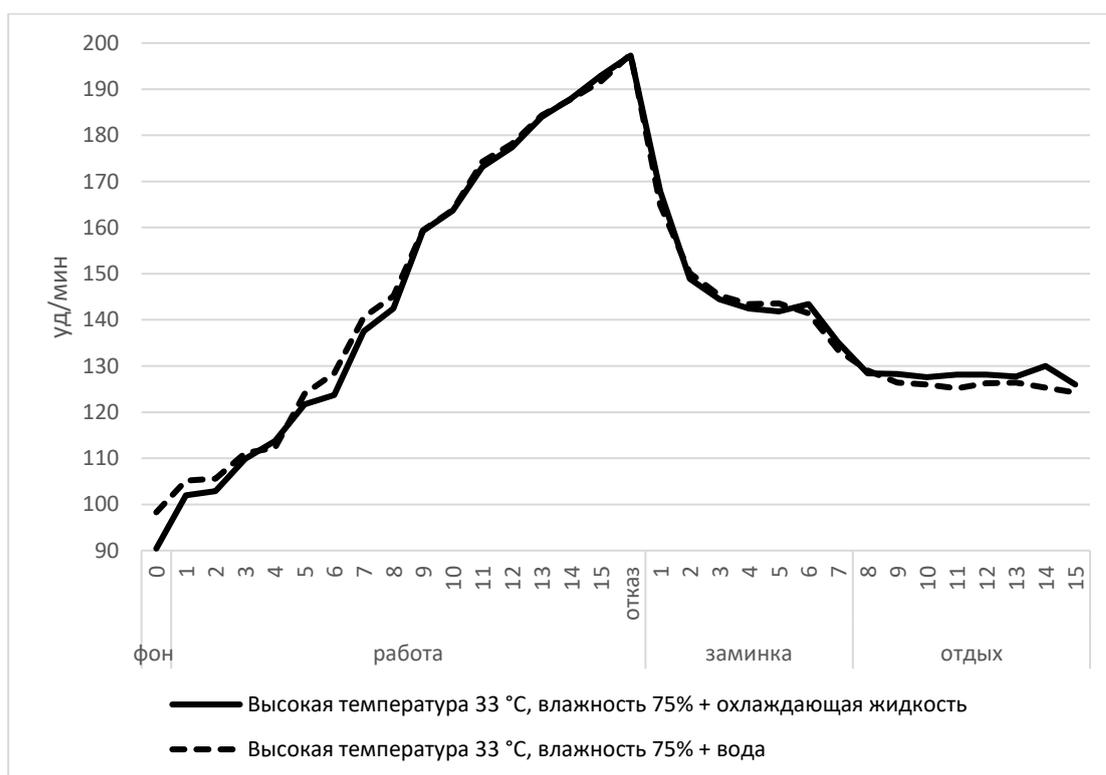


Рисунок 37 – Динамика изменений частоты сердечных сокращений в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

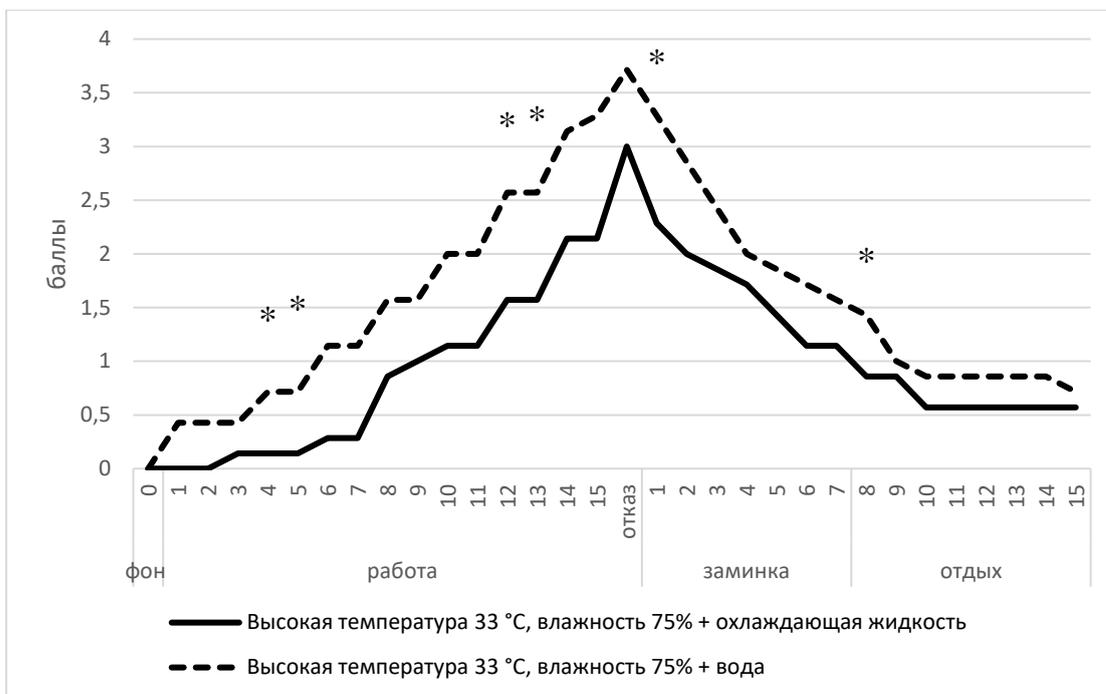


Рисунок 38 – Динамика изменений теплоощущений в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

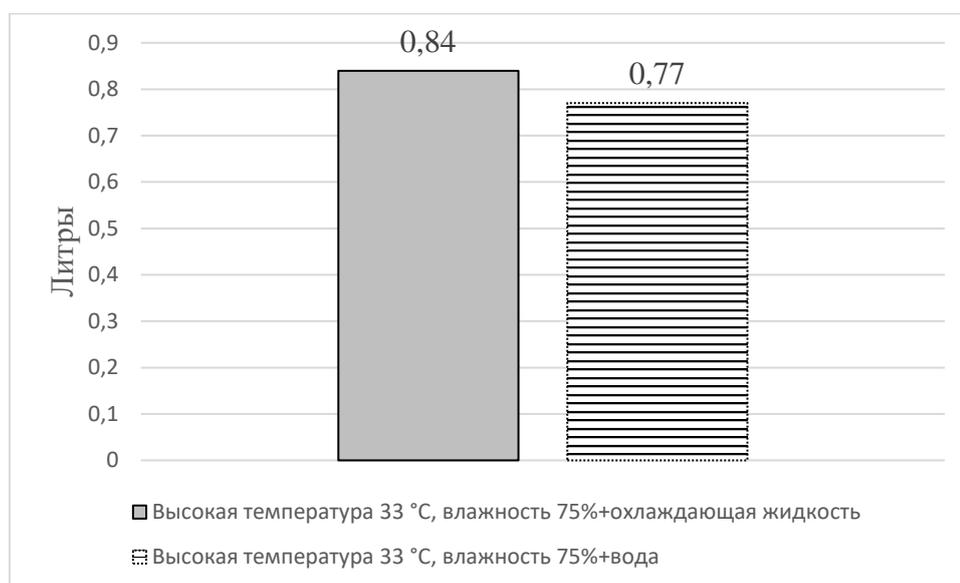


Рисунок 39 – Динамика изменений общих влагопотерь в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

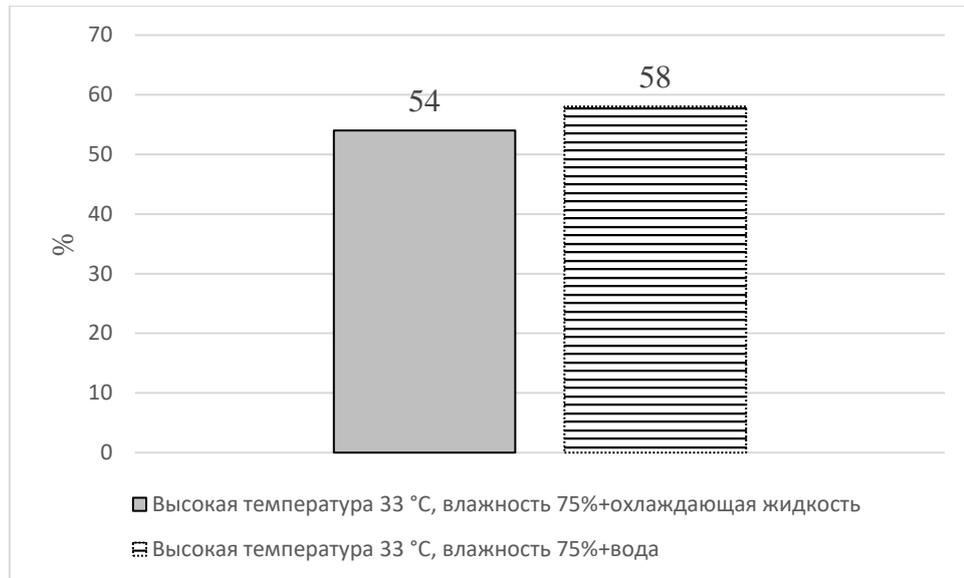


Рисунок 40 – Динамика изменений эффективных влагопотерь в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

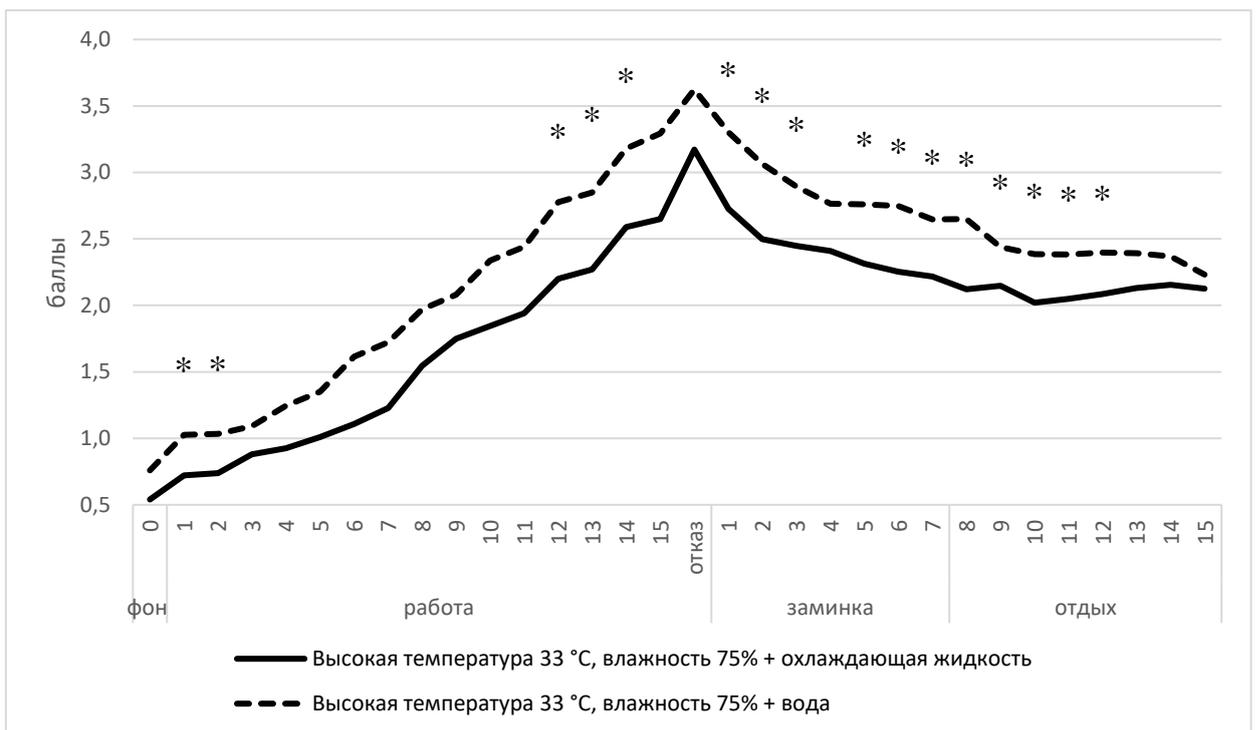


Рисунок 41 – Динамика изменений интегрального показателя теплового состояния в условиях высокой температуры с использованием специальной охлаждающей жидкости и с использованием воды, $n=7$

Как видно из представленных данных использование воды в сравнении со специальной охлаждающей жидкостью в условиях высокой температуры приводит к следующим изменениям показателей теплового состояния. Время нагрузки при использовании охлаждающей жидкости, в сравнении с водой увеличивалось с $995,86 \pm 40,15$ до $1001,14 \pm 32,46$ секунд.

На этапе физической нагрузки ректальная температура с использованием воды увеличивалась, в среднем, с $37,81 \pm 0,11$ до $38,43 \pm 0,10^\circ\text{C}$, прирост составлял $0,62 \pm 0,09^\circ\text{C}$. С использованием жидкости с $37,76 \pm 0,17$ до $38,27 \pm 0,28^\circ\text{C}$, прирост - $0,51 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Во время восстановления, с использованием воды, увеличение продолжалось весь период ещё $0,59 \pm 0,11^\circ\text{C}$. В условиях СГ с охлаждающей жидкостью увеличивалась на $0,64 \pm 0,29^\circ\text{C}$. В результате, в среднем, разница ректальных температур составляла $0,11 \pm 0,17^\circ\text{C}$, прирост с водой - $1,23 \pm 0,1^\circ\text{C}$, с охлаждающей жидкостью - $1,19 \pm 0,24^\circ\text{C}$.

До тестирования средневзвешенная температура кожи в условиях высоких температур с использованием воды была $34,91 \pm 0,19^\circ\text{C}$, при применении охлаждающей жидкости - $34,60 \pm 0,11^\circ\text{C}$, дельта составляла $0,3 \pm 0,15^\circ\text{C}$. В условиях СГ с использованием воды прирост во время нагрузки составлял с $35,35 \pm 0,11$ до $36,25 \pm 0,18^\circ\text{C}$, в среднем, $0,9 \pm 0,12^\circ\text{C}$ и во время восстановления ещё увеличивался на $1 \pm 0,18^\circ\text{C}$. С применением жидкости прирост составлял с $35,04 \pm 0,11$ до $35,98 \pm 0,07^\circ\text{C}$, в среднем, $0,94 \pm 0,11^\circ\text{C}$ и до $1,37 \pm 0,1^\circ\text{C}$ во время восстановления. В итоге, средневзвешенная температура кожи была, в среднем, больше в условиях высоких температур с применением воды на $0,28 \pm 0,13^\circ\text{C}$, рост составлял $2,35 \pm 0,15^\circ\text{C}$, с применением охлаждающей жидкости $2,75 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены в фоне, на 1-4, 9-13 минутах нагрузки и на 7, 10, 11 минутах восстановления.

Частота сердечных сокращений значительных изменений не показала.

Субъективный показатель теплоощущений в условиях СГ с использованием воды во время нагрузки увеличивался с $0,43 \pm 0,20$ до $3,71 \pm 0,29$ баллов, где 0 баллов - "комфорт", 4 балла - "непереносимо жарко", и плавно снижался во время восстановления до $0,71 \pm 0,18$ баллов. С использованием охлаждающей жидкости

теплоощущения во время нагрузки увеличивались с 0 до $3,00 \pm 0,63$ баллов и снижались во время восстановления до $0,57 \pm 0,18$ баллов. В итоге теплоощущения ниже при использовании жидкости на $0,57 \pm 0,35$ баллов во время выполнения исследования. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на 4, 5, 12 и 13 минутах нагрузки, и на 1, 8 минутах восстановления.

Общая влагопотеря с использованием воды была выше на 15 мл и эффективность влагопотери снизилась на 10 %.

Интегральный показатель теплового состояния перед нагрузкой с использованием воды составлял $0,76 \pm 0,06$ балла, с использованием охлаждающей жидкости – $0,54 \pm 0,16$ балла. В условиях высоких температур с водой интегральный показатель увеличивался с $1,03 \pm 0,12$ до $3,62 \pm 0,19$ баллов, что соответствует 4 степени теплового дискомфорта, и снижался до $2,23 \pm 0,21$ балла во время восстановления. С использованием охлаждающей жидкости во время нагрузки показатель увеличивался с $0,72 \pm 0,16$ до $3,17 \pm 0,42$ баллов, что соответствует 3 степенью теплового дискомфорта и снижался за время восстановления до $2,13 \pm 0,24$ балла. Интегральный показатель ниже при использовании охлаждающей жидкости, в среднем, на 0,4 балла. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены 1, 2, 12, 13, 14 минутах нагрузки и 1, 2, 3, 4-12 минутах восстановления.

Таким образом, охлаждающая жидкость позволила, в сравнении с водой, значительно снизить теплоощущения спортсменов и положительно повлиять на параметры средневзвешенной температуры кожи и ректальной температуры, что привело к увеличению времени выполнения физической работы. Результаты отражаются в интегральном показателе теплового состояния.

Далее будут рассматриваться 4 варианта использования специальной охлаждающей жидкости в условиях высоких температур.

3.4.3. Изменение теплового состояния спортсменов при использовании специальной охлаждающей жидкости в четырёх вариантах в условиях высоких температур

Спортсмены проходили тестирование при 33°C и влажности 75 % с использованием охлаждающей жидкости в 4 вариациях [90]. Подробно про использование средств коррекции в исследовании написано в главе 2.2.4. Методы коррекции теплового состояния спортсмена. Ниже представлены результаты исследований на примере спортсмена М (рисунки 41–48).

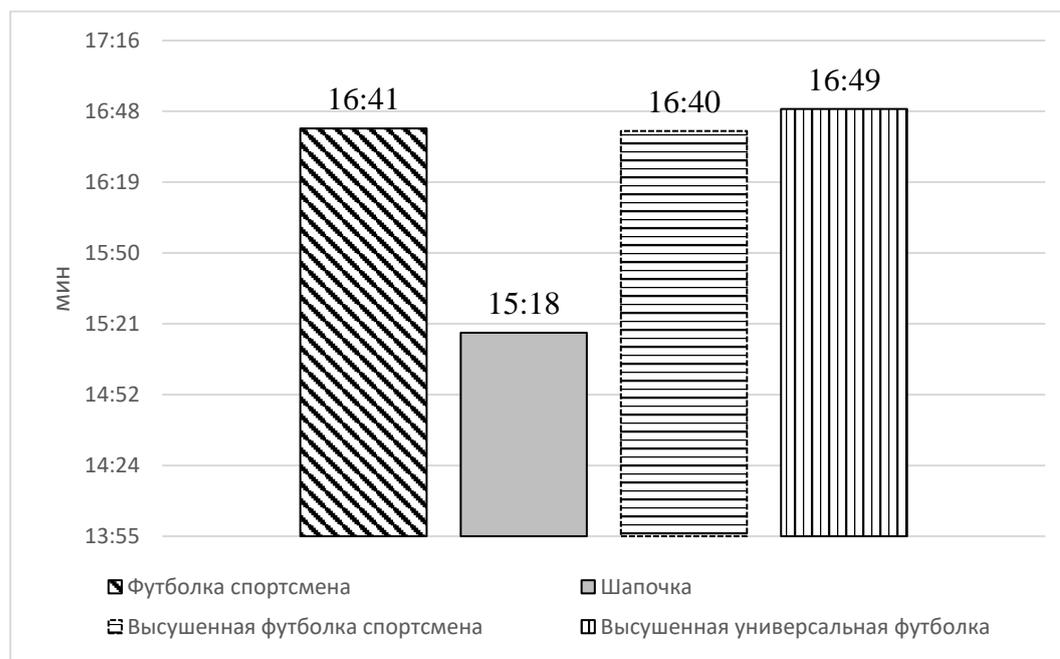


Рисунок 41 – Продолжительность выполнения нагрузки в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

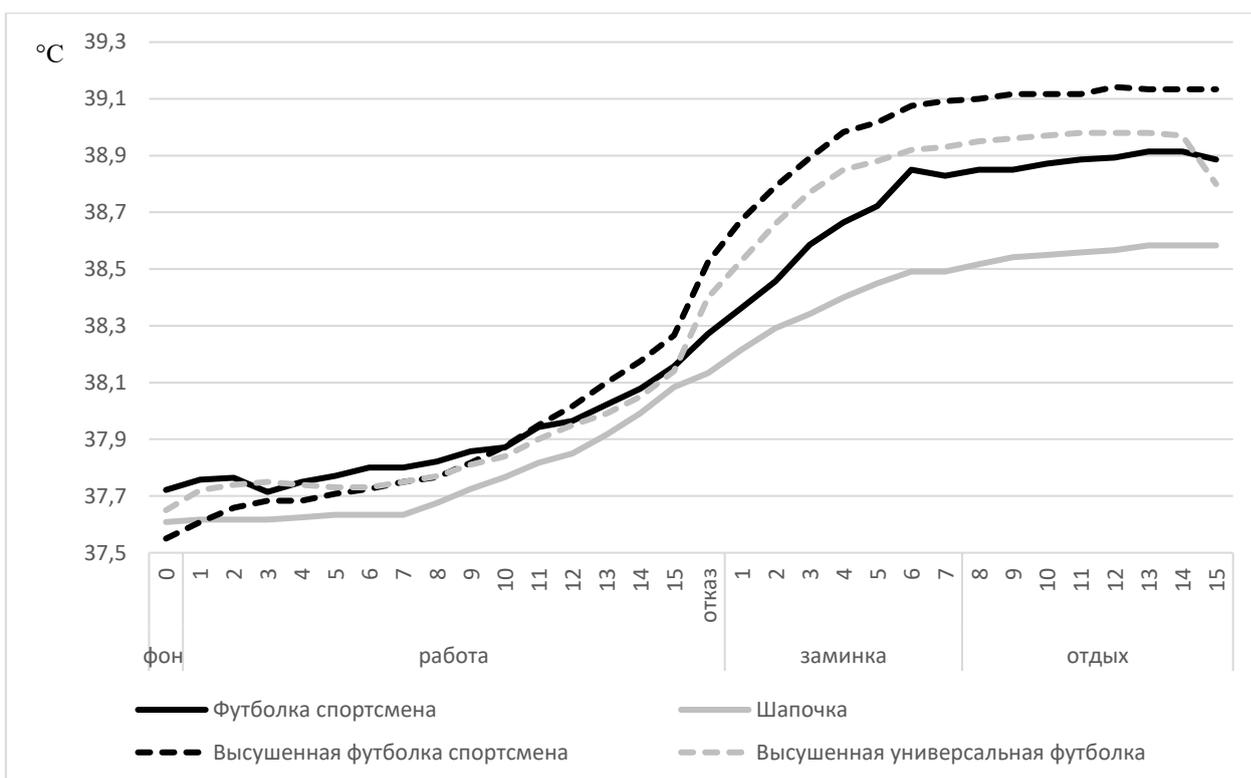


Рисунок 42 – Динамика изменений ректальной температуры в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

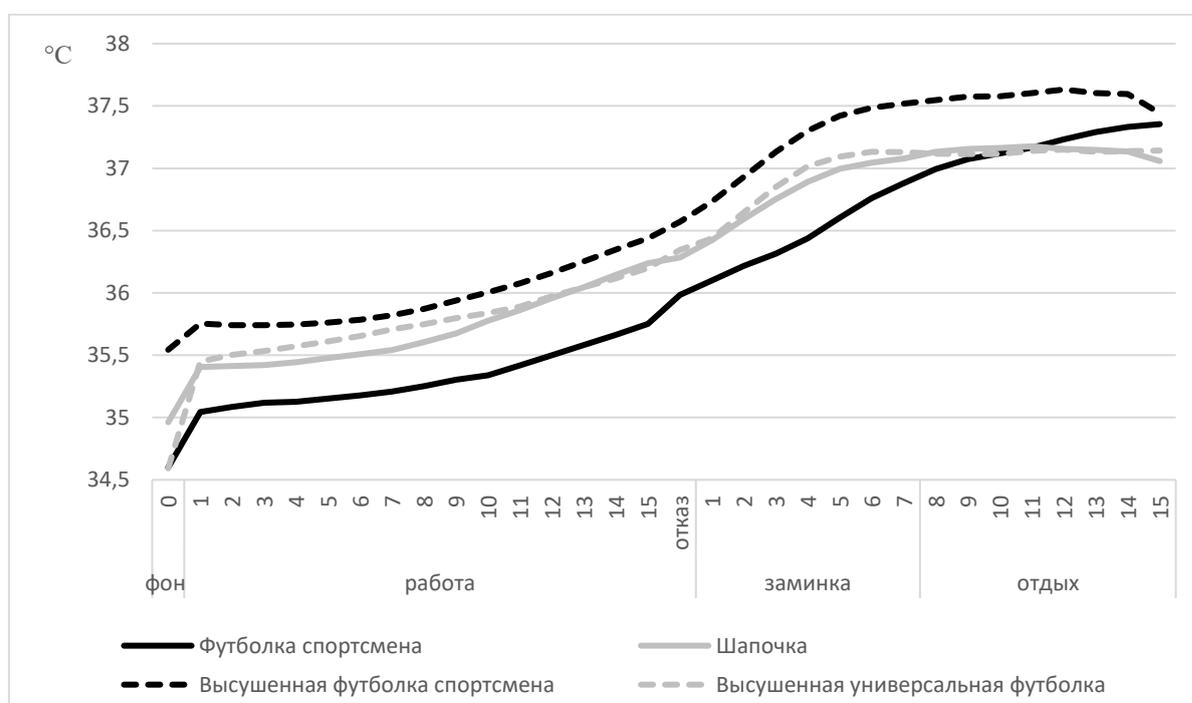


Рисунок 43 – Динамика изменений средневзвешенной температуры кожи в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

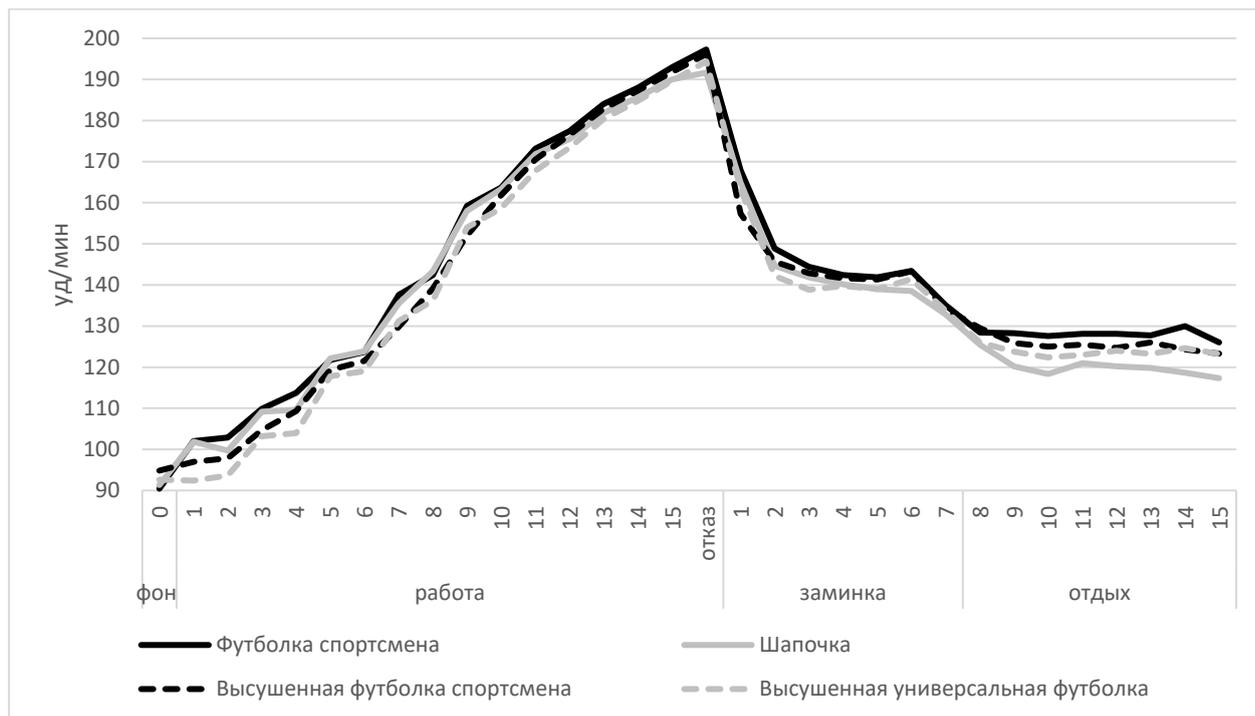


Рисунок 44 – Динамика изменений частоты сердечных сокращений в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах



Рисунок 45 – Динамика изменений теплоощущений в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

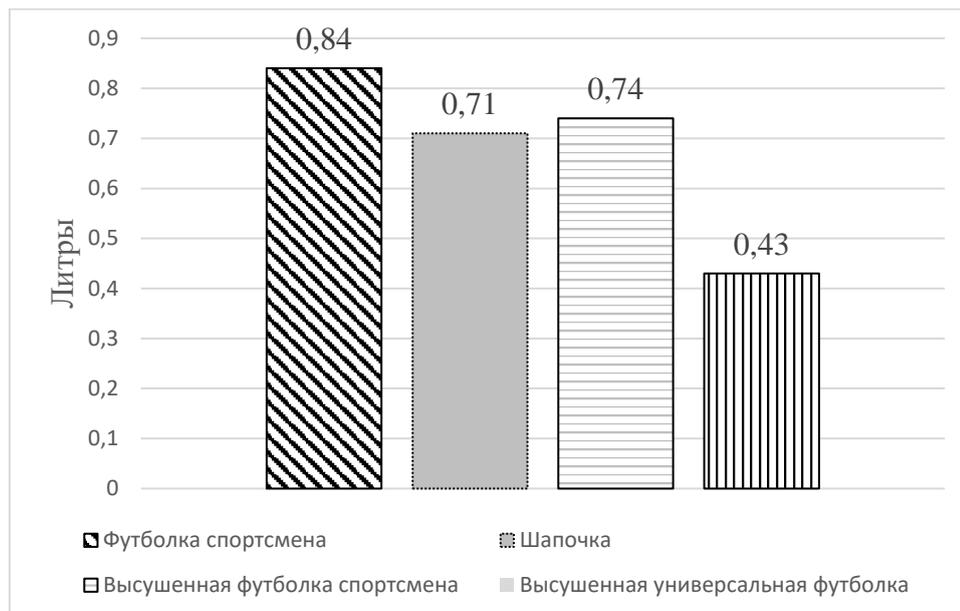


Рисунок 46 – Динамика изменений общих влагопотерь в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

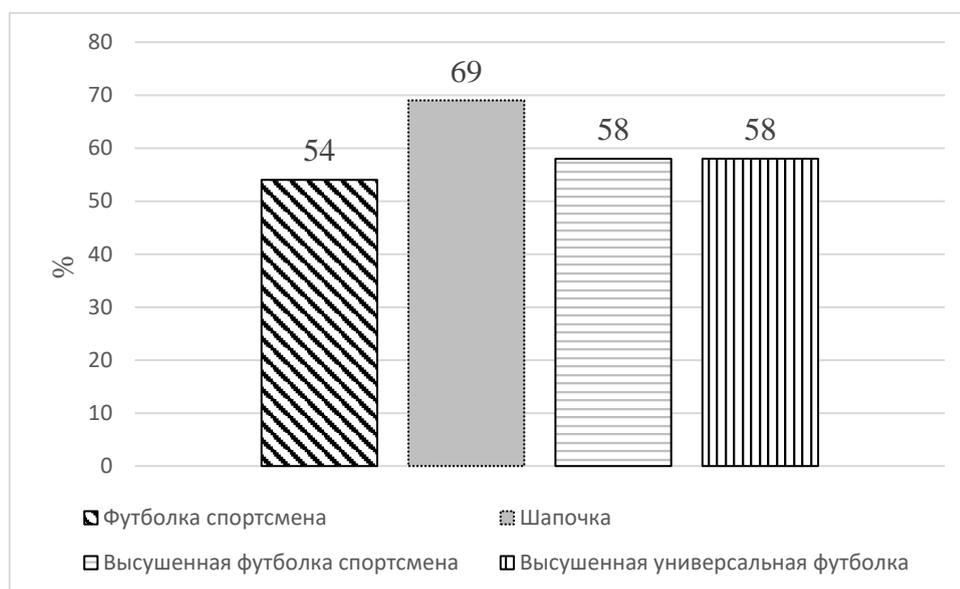


Рисунок 47 – Динамика изменений эффективных влагопотерь в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

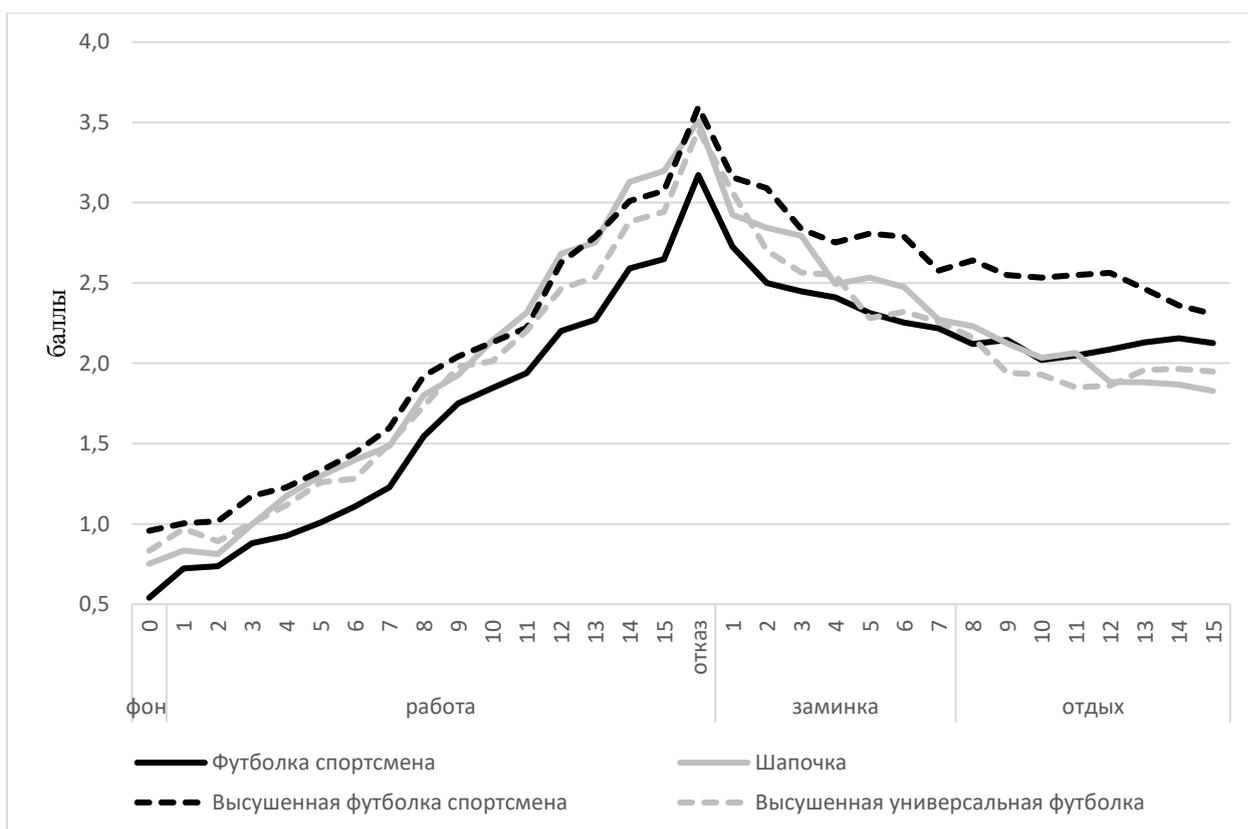


Рисунок 48 – Динамика изменений интегрального показателя теплового состояния в условиях высокой температуры (33°C и влажность 75%) с использованием специальной охлаждающей жидкости в 4 вариантах

Результаты полученных данных использования специальной охлаждающей жидкости в различных вариациях при высокой температуре свидетельствует о ряде изменений в показателях теплового состояния. Время нагрузки при использовании охлаждающей жидкости с футболкой спортсмена - 1001,14 секунд, высушенной футболкой спортсмена - 999,67 секунд, высушенной универсальной футболкой - 1009,40 секунд. Наименьшее время нагрузки было выявлено при использовании универсальной шапочки - 918,17 секунд.

Ректальная температура в серии исследования со смоченной в жидкости футболки спортсмена увеличивалась во время нагрузочного тестирования на $0,51^{\circ}\text{C}$ и ещё на $0,64^{\circ}\text{C}$ во время заминки и отдыха. При использовании шапочки на $0,52^{\circ}\text{C}$ и $0,45^{\circ}\text{C}$, высушенной футболки спортсмена на $0,92^{\circ}\text{C}$ и $0,6^{\circ}\text{C}$, высушенной универсальной футболки на $0,68^{\circ}\text{C}$ и $0,57^{\circ}\text{C}$ соответственно. Наименьший рост ректальной температуры зарегистрирован при применении шапочки.

Средневзвешенная температура кожи при применении смоченной футболки спортсмена во время нагрузочного тестирования повышалась на $0,94^{\circ}\text{C}$, во время заминки и отдыха на $1,37^{\circ}\text{C}$. При использовании шапочки на $0,88^{\circ}\text{C}$ и $0,89^{\circ}\text{C}$, высушенной футболки спортсмена на $0,82^{\circ}\text{C}$ и $1,06^{\circ}\text{C}$, высушенной универсальной футболки на $0,9^{\circ}\text{C}$ и $0,8^{\circ}\text{C}$ соответственно. Наименьшие значения средневзвешенной температуры кожи зафиксированы во время нагрузки и 8 минут восстановления при применении смоченной охлаждающей жидкостью футболки спортсмена.

Частота сердечных сокращений во всех сериях исследования значительных различий не показала.

Субъективный показатель теплоощущений в условиях СГ с использованием смоченной футболки спортсмена до нагрузки был 0 баллов, при использовании шапочки – 0,2 балла, высушенной футболки спортсмена – 0,3 балла, высушенной универсальной футболки – 0,4 балла. Во время нагрузки теплоощущения, в смоченной футболке спортсмена, увеличивались с 0 до 3 баллов и снижались во время восстановления до 0,6 баллов. С использованием шапочки с 0,2 – 3,4 баллов и до 0,5 баллов, высушенной футболки спортсмена с 0,5 – 3,5 баллов и до 0,7 баллов, высушенной универсальной футболки с 0,6 – 3,4 баллов и до 0,2 баллов, соответственно, где 0 – комфорт, 1 – тепло, 2 – жарко, 3 – очень жарко, 4 – непереносимо жарко. Показатель теплоощущений меньше всего при использовании смоченной футболки спортсмена, однако после 3 минуты восстановления теплоощущения ниже при использовании высушенной универсальной футболки.

Самое большое значение Общей влагопотери (840 мл) было зарегистрировано при применении смоченной футболки спортсмена. Наибольшая эффективная влагопотеря, равная 69%, определялась после использования шапочки.

Интегральный показатель теплового состояния в условиях СГ с использованием смоченной футболки спортсмена до нагрузки был 0,5 баллов, при использовании шапочки – 0,8 балла, высушенной футболки спортсмена – 1 балла, высушенной универсальной футболки – 0,8 балла. Во время нагрузки

интегральный показатель, в смоченной футболке спортсмена, увеличивались с 0,7 до 3,2 баллов и снижались во время восстановления до 2,1 баллов. С использованием шапочки с 0,8 – 3,5 баллов и до 1,8 баллов, высушенной футболки спортсмена с 1 – 3,6 баллов и до 2,3 баллов, высушенной универсальной футболки с 1 – 3,5 баллов и до 1,9 баллов, соответственно, где 1 степень теплового дискомфорта – от 0,6 до 1,5 баллов; 2 степень дискомфорта – от 1,6 до 2,5 баллов; 3 степень дискомфорта – от 2,6 до 3,5 баллов; 4 степень теплового дискомфорта – более 3,5 баллов.

Во всех сериях исследования проводилась оценка субъективных ощущений и жалоб спортсменов. Так, при использовании охлаждающей жидкости спортсмены отмечали следующее:

- жжение и покалывание в области наибольшего прилегания футболки (4 человека),
- попадание паров жидкости в глаза вызывало дискомфорт (1 человек),
- резкий запах, чувство «обжигания бронхов» (1 человек),
- охлаждающее действие жидкости сохранялось до резкого увеличения нагрузки (переход с быстрой ходьбы на бег),
- охлаждающее действие жидкости продолжалось первые 10-13 минут выполнения нагрузки (6 человек),
- охлаждающее действие жидкости возобновлялось с 7-10-ой минуты восстановления после нагрузки (5 человек).

При использовании воды как средства коррекции теплового состояния, были выявлены такие ощущения как:

- нагревание футболки на 15-16-ой минуте тестирования в термокамере (1 человек),
- ощущение меньшего потоотделения (1 человек),
- плохая отдача тепла через мокрую футболку (1 человек).

Субъективно, спортсмены, улучшившие свой результат по времени выполнения нагрузки, отмечали следующее:

- охлаждающей эффект, наиболее выражен в начале нагрузки в местах наибольшего прилегания к телу (шейно-воротниковая зона, подмышечная впадина, область груди);

- прекращение охлаждающего эффекта с началом интенсивного потоотделения и/или при переходе на бег в тех случаях, когда футболка плотно прилегала к телу;

- по сравнению с фоном бежать в сухой футболке было легче, т.к. не мешал резкий запах ОЖ;

- температура в термокамере ощущалась как 25⁰С.

- охлаждающий эффект проявлялся с началом интенсивного потоотделения в том случае, когда футболка была свободной и не прилегала к телу;

- за счет плотного прилегания футболки к телу, охлаждение было равномерным и ощущалось дольше;

- желание полной экипировки (штаны+футболка+шапочка), подготовленной подобным образом.

Субъективно, при тестировании в шапочке, смоченной охлаждающей жидкостью, спортсменами отмечалось следующее:

- шапочка то жгла, то охлаждала;

- с началом потоотделения возникало ощущение перегрева головы, «парниковый эффект»;

- при нагрузке охлаждающий эффект не ощущался, в то время как в восстановлении несколько холодила.

В то же время при использовании охлаждающей жидкости были выявлены следующие недостатки: у 57% спортсменов появлялось покалывание, жжение, покраснение в области кожи, где соприкасалась одежда, обработанная в охлаждающей жидкости; у 14% спортсменов (преимущественно использовавших шапочку) регистрировались жалобы на воздействие паров содержащих жидкость на слизистую глаз и резкого запаха на слизистую носа.

Таким образом, учитывая данные замечания необходимо проводить предварительные пробы каждому спортсмену для исключения возможных

аллергических реакций и раздражающего действия охлаждающей жидкости.

В результате выполнения исследований установлено, что по совокупности представленных данных, целесообразнее всего использовать смоченную футболку спортсмена в охлаждающей жидкости вместе с водой, так как она эффективно снижает ощущения спортсменом высокой температуры благодаря уменьшению средневзвешенной температуры кожи и теплоощущений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение умеренной физической нагрузки в жарком климате приводит к усилению кожного кровотока и повышению потоотделения для выделения в окружающую среду избыточного тепла. При интенсивных или продолжительных нагрузках растёт температура «ядра» и снижается физическая работоспособность. Изменения температуры «ядра» сопряжены с изменением теплообмена, которое вызвано продукцией тепла при нагреве тела и метаболизме за счет внешнего тепла и снижением общего теплоотделения. Сочетание воздействия повышенной температуры и физической нагрузки запускает физиологический каскад, заключающийся в повышении температуры кожи, внутренних органов и головного мозга, увеличенной нагрузке на сердечно-сосудистую систему, влиянии на углеводный обмен что приводит к снижению аэробной производительности.

Рассмотрев литературные данные, было выявлено что авторы большое внимание уделяют медикаментозной коррекции адаптации спортсменов, в то же время остальные рекомендации носят общий характер без использования индивидуального подхода. При анализе использования специальной охлаждающей жидкости как средства коррекции теплового состояния организма не было получено данных, свидетельствующих о единой точке зрения по этому вопросу.

В литературе отсутствуют данные о комплексной оценке теплового состояния спортсмена во время выполнения интенсивной физической нагрузки. Нет критериев, по которым оценивается тепловое состояние спортсменов. Поэтому целью исследования являлась разработка, и обоснование методики оценки теплового состояния спортсмена при выполнении физической нагрузки в условиях высоких температур.

Для проведения исследований было привлечено 190 спортсменов со спортивным разрядом не ниже 1-го взрослого. На первом этапе проведено анкетирование 150 спортсменов высокой квалификации с целью оценки влияния климатических условий на общее состояние и физическую работоспособность спортсменов.

В итоге выделено 5 пять факторов (высокая температура воздуха, высокая влажность воздуха, интенсивная инсоляция, ветер, осадки), оказывающих влияние на спортсменов. Так, у сборных по лёгкой атлетике и академической гребле факторы имели среднее значение от $5,6 \pm 0,4$ до $6,3 \pm 0,5$ баллов. Спортсмены гребного слалома высоко оценивали влияние ветра, на $7,1 \pm 1,0$ баллов, предположительно этот фактор является специфичным, так как при порывистом и шквалистом ветре возможна приостановка соревнований.

В то же время минифутболисты, играющие на закрытых площадках, называли значимым влияние высокой температуры воздуха ($6,3 \pm 0,9$ баллов), высокой влажности воздуха ($6,6 \pm 0,8$ баллов) и интенсивной инсоляции ($6,1 \pm 1,0$ баллов), хотя соревнования и тренировки у них проходят при температуре воздуха $19-22^{\circ}\text{C}$. Возможно это связано с тем, что часть тренировок проводится на открытом воздухе и неподготовленные спортсмены негативно воспринимают данные факторы.

Однако стоит отметить, что, в основном, спортсменов беспокоят базовые факторы, не связанные с высокими температурами, такие как, питание и водообеспечение в местах проживания, тренировок и соревнований (от 37,1% до 85,7%), а также нерациональное планирование подготовки к соревнованиям (от 30,8% до 90%).

На втором этапе рассматривалась степень влияния различных температурных условий на физическую работоспособность спортсменов при проведении нагрузки «до отказа» на тредмиле. В исследовании принимало участие 15 мужчин-футболистов, возраст от 18 до 27 лет, средний возраст – $24,2 \pm 1,1$ года, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС.

Фоновое тестирование проводилось в климатической камере с параметрами температуры 22°C и влажностью 35%. Для создания условий жаркого и влажного климата использовались 3 режима: с умеренной гипертермией $28-29^{\circ}\text{C}$ влажность – 75%, режим со средней гипертермией $33-34^{\circ}\text{C}$ влажность – 75%, режим с выраженной гипертермией $38-39^{\circ}\text{C}$ влажность – 75%.

Время переносимости нагрузки достоверно ($p < 0,05$) по сравнению с фоном снизилось на 5,5% при температуре 33-34°C и на 14% при температуре 38-39°C;

МПК достоверно ($p < 0,05$) снижалось по сравнению с фоном во все дни исследования на 9%, 13% и 17%, соответственно. Как видно, наибольшее снижение МПК, получено при температуре 39°C – на 17%;

Время переносимости нагрузки при температуре 29°C улучшалось у 33% спортсменов, ухудшалось у 67%, при температуре 33-34°C улучшалось у 20% спортсменов, ухудшалось у 80% при температуре 38-39°C ухудшалось у 100%.

Максимальное потребление кислорода при температуре 29°C увеличивалось у 13% спортсменов, ухудшалось у 87%, при температуре 33-34°C и 38-39°C снижалось у 100%.

Потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена при температуре 29°C увеличивалось у 33% спортсменов, снижалось у 67%, при температуре 33-34°C увеличивалось у 27% спортсменов, снижалось у 73% при температуре 38-39°C увеличивалось у 20%, снижалось у 80%.

Восстановление частоты сердечных сокращений при температуре 29°C улучшалось у 27% спортсменов, ухудшалось у 73%, при температуре 33-34°C улучшалось у 13% спортсменов, ухудшалось у 87% при температуре 38-39°C ухудшалось у 100%.

Суммируя полученные данные, доказано отрицательное влияние жаркого и влажного климата на показатели физической работоспособности при выполнении нагрузки на беговой дорожке, что сопровождается ухудшением субъективных ощущений спортсменов. Основным путем теплоотдачи при 28-29°C и 33-34°C становится потоиспарение (до 80%), увеличивается кожный кровоток до 10–15 раз, составляя около 20% минутного объема крови, укорачивается время наступления потоотделение, увеличивается площадь потоотделения. При температуре 38-39°C этот механизм блокируется ввиду градиента температур, когда температура кожи человека ниже температуры окружающей среды, и быстро наступает тепловое утомление.

В итоге, для дальнейших этапов исследований отобран климатический режим со средней гипертермией 33-34°C со снижением времени выполнения нагрузки на 5,5% при повышении у 20% спортсменов, МПК на 13%. Также, выбранный режим часто встречается в период летних соревнований, таких как XXXI летние олимпийские игры в г. Рио-де-Жанейро. Также, можно отследить тяжесть температурных условий по динамике самоотчетов спортсменов. При более высоких температурах появлялись такие жалобы как, "Будто дышишь огнем", "Дышать невозможно уже было", "Сковывает дыхание", "Воздух горячий", "Как в бане", "Страшно стало в конце, воздуха не хватало. Температура напрягала", "С самого начала было жарко. Дыхание не смогло свыкнуться с жарким воздухом".

На третьем этапе проведено тестирование с участием 25 мужчин-спортсменов, циклических летних видов спорта, возраст от 17 до 24 лет, средний возраст составлял $20,27 \pm 2,56$ лет, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС. На данном этапе осуществлялась оценка теплового состояния спортсменов и разработка интегрального показателя теплового состояния. По результатам обследования спортсмены, имеющие схожие показатели времени переносимости нагрузки, времени наступления ПАНО и МПК были распределены в одну группу для прохождения 4 этапа исследования.

В интегральный показатель вошли параметры, которые можно доступно зарегистрировать при проведении исследований во время соревновательного периода и периода сборов без привязки к нетранспортабельным аппаратам. Так, для регистрации температуры кожи и ректальной температуры использовались термохроны «Ibutton» модификации DS1922L-F53, позволяющие автономно записывать и сохранять данные температуры с поверхности тела до 56 часов с шагом в 1 минуту, диапазон регистрируемых температур -40°C $+85^{\circ}\text{C}$, минимальная градация регистрации температуры (чувствительность) - $0,0625^{\circ}\text{C}$. Субъективная оценка ощущений, создающихся в условиях высокой температуры и влажности выражалась в баллах, где 0 – комфорт, 1 – тепло, 2 – жарко, 3 – очень жарко, 4 – непереносимо жарко. Спортсмен самостоятельно поминутно ставит балл на основе собственных ощущений. В итоге ИПТС включает в себя следующие

показатели: средневзвешенная температура кожи (°C) (по пяти точкам: лоб, грудь, рука, спина, нога), ректальная температура (°C), теплоощущения (ТО, баллы), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Также для расчета используются следующие показатели: вес (кг), рост (см), величина нагрузки (ватт).

$$\text{ИПТС} = \frac{\left(\frac{\text{ТС от СВТК} + \text{ТС от СГТ} + \text{ТС от ЧСС}}{3} \right) + \text{ТО}}{2}$$

Оценка ИПТС укладывается в шкалу 0–4,5 балла с шагом в 0,1 балла.

Балльная оценка ИПТС трактуется следующим образом:

- <0,5 баллов – тепловое состояние комфортное;
- 0,6–1,5 балла – тепловой дискомфорт первой степени;
- 1,6–2,5 балла – тепловой дискомфорт второй степени;
- 2,6–3,5 балла – тепловой дискомфорт третьей степени;
- >3,5 баллов – тепловой дискомфорт четвертой степени.

Проанализировав все показатели теплового состояния спортсменов, было выявлено следующие изменения.

Рост ректальной температуры, который начинается ещё до исследования, в процессе выполнения нагрузки приводит к более значительному тепловому утомлению. Показатели средневзвешенной температуры кожи и теплоощущения значительно выше в условиях СГ, что снижает функциональную работоспособность спортсменов. Лимитирующим признаком, определяющим ограниченность состояния работоспособности во времени, являлся сдвиг ЧСС влево, свидетельствовавший о более раннем наступлении предельных значений ЧСС. Увеличение общей и эффективной влагопотери говорит о высокой адаптивной способности спортсменов к условиям СГ.

ИПТС перед нагрузкой в условиях нормотермии составлял $0,29 \pm 0,07$ балла, в условиях СГ – $0,86 \pm 0,10$ баллов. Во время нагрузки ИПТС увеличивался в нормотермии с $0,36 \pm 0,13$ до $2,46 \pm 0,31$ баллов, что соответствует 2 степени теплового дискомфорта, в процессе восстановления снижался до $0,69 \pm 0,19$ баллов. В условиях СГ интегральный показатель увеличивался с $1,36 \pm 0,19$ до $3,63 \pm 0,26$ баллов, 4 степень теплового дискомфорта, и снижался до $2,46 \pm 0,25$ баллов во время

восстановления. Интегральный показатель был ниже при нормотермии, в среднем, на $1,43 \pm 0,21$ балла. Достоверные отличия между групп ($p < 0,05$) выявлены на протяжении всего тестирования. В результате изменения ИПТС корректно отражают ухудшение показателей теплового состояния спортсменов.

На четвертом этапе в исследовании участвовали 7 спортсменов-мужчин, представителей циклических летних видов спорта, возраст от 17 до 24 лет, средний возраст $19,29 \pm 1,80$ года, спортивный разряд от 1-го взрослого до КМС. На этом этапе рассматривалась эффективность методики оценки теплового состояния спортсменов при использовании средств коррекции (специальной охлаждающей жидкости и воды. В данном этапе было 5 подэтапов: нагрузочное тестирование в климатических условиях (температура – 33°C , влажность – 75%) с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной охлаждающей жидкостью с разведением 1 к 5 с водой; с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной охлаждающей жидкостью и высушенной перед применением; с использованием универсальной футболки из 82% катионного полиэстера, 18% спандекса, пропитанной охлаждающей жидкостью и высушенной перед применением; с использованием универсальной шапочки из 82% катионного полиэстера, 18% спандекса, пропитанной охлаждающей жидкостью с разведением 1 к 5 с водой; с использованием футболки из 100% хлопка, пропитанной водой.

При использовании специальной охлаждающей жидкости в условиях высоких температур, в сравнении без использования, увеличилась продолжительность выполнения нагрузки на 25 секунд. Данные изменения произошли, в следствие, снижения ректальной температуры, в среднем, на $0,31 \pm 0,19^{\circ}\text{C}$, благодаря уменьшению предстартового напряжения при использовании охлаждающего эффекта. Также, при использовании жидкости средневзвешенная температура кожи была ниже на $0,6 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$, теплоощущения были ниже при использовании жидкости, в среднем, на $0,44 \pm 0,39$ баллов во время исследования. С целью выявления, зависит ли изменение теплового статуса спортсмена от состава жидкости, был проведен эксперимент сравнения специальной охлаждающей жидкости с водой.

Охлаждающая жидкость позволила, в сравнении с водой, значительно снизить теплоощущения спортсменов (в среднем, на $0,57 \pm 0,35$ баллов во время выполнения нагрузки) и положительно повлиять на параметры средневзвешенной температуры кожи (снизив, в среднем, на $0,28 \pm 0,13^\circ\text{C}$) и ректальной температуры (в среднем, была ниже на $0,11 \pm 0,17^\circ\text{C}$).

При сравнении различных вариантов использования специальной охлаждающей жидкости было определено, что наиболее эффективным при применении на футболке из 100% хлопка в разведении с водой 1 к 5, позволяющий снизить ИПТС на «отказе» до 3,2 баллов. Данное изменение теплового состояния спортсмена происходило, в основном, за счет положительного влияния жидкости на средневзвешенную температуру кожи и теплоощущения, что снижает негативный эффект восприятия высокой температуры спортсменом. В то же время 14-57% спортсменов отмечали недостатки при использовании жидкости, связанные с раздражающим эффектом на коже и при вдыхании. Учитывая данные необходимо проводить спортсменам предварительные пробы для исключения возможных аллергических реакций и раздражающего действия специальной охлаждающей жидкости.

Без использования средств коррекции интегральный показатель теплового состояния перед нагрузкой в условиях умеренной гипертермией составлял $0,86 \pm 0,10$ баллов, в процессе нагрузки увеличивался с $1,36 \pm 0,19$ до $3,63 \pm 0,26$ баллов и снижался до $2,46 \pm 0,25$ баллов во время восстановления. При использовании воды в качестве средства коррекции показатель перед нагрузкой составлял $0,76 \pm 0,06$ баллов, в процессе нагрузки увеличивался с $1,03 \pm 0,12$ до $3,62 \pm 0,19$ баллов и снижался до $2,23 \pm 0,21$ баллов во время восстановления. При применении 1 варианта использования специальной охлаждающей жидкости показатель перед нагрузкой составлял $0,54 \pm 0,16$ балла, в процессе нагрузки увеличивался с $0,72 \pm 0,16$ до $3,17 \pm 0,42$ баллов и снижался до $2,13 \pm 0,24$ балла во время восстановления. При использовании 2 варианта показатель перед нагрузкой составлял 1 балл, в процессе нагрузки увеличивался с 1 до 3,6 баллов и снижался до 2,3 баллов во время восстановления. При применении 3 варианта показатель

перед нагрузкой составлял 0,8 баллов, в процессе нагрузки увеличивался с 1 до 3,5 баллов и снижался до 1,9 баллов во время восстановления. При 4 варианте использования специальной охлаждающей жидкости показатель перед нагрузкой составлял 0,8 баллов, в процессе нагрузки увеличивался с 0,8 до 3,5 баллов и снижался до 1,9 балла во время восстановления.

Таким образом, были получены данные о высокой информативности ИПТС, который корректно отображает уровень тепловой нагрузки на спортсмена и может использоваться для оценки методов и средств коррекции теплового состояния в условиях высоких температур. Преимуществом показателя является представление информации о текущем тепловом состоянии спортсмена в виде наглядного графика доступном для анализа врачом команды и тренерским штабом для оценки уровня адаптированности спортсмена, коррекции тренировочного плана.

Перспективным направлением использования ИПТС является оценка влияния на тепловое состояние фармакологических препаратов, оценка физиолого-гигиенических особенности одежды и снаряжения спортсмена. Также на следующих этапах работы возможна модификация ИПТС для оценки теплового состояния спортсмена в условиях низких температур.

ВЫВОДЫ

1. Изучение климатических факторов, влияющих на общее состояние и работоспособность спортсменов сборных команд России по данным субъективных опросников, показало, что негативное влияние оказывают (по 10-бальной шкале):

- высокая температура воздуха (более 30°C), высокая влажность воздуха (более 70%), интенсивная инсоляция (прямые солнечные лучи) на спортсменов команд по лёгкой атлетике в среднем на 5,6±0,4 балла, академической гребле – на 6,2±0,4 балла и мини-футболу – на 6,4±1,0 балла;

- ветер (более 10 м/с) на спортсменов команд по лёгкой атлетике – на 5,6±0,4 балла, академической гребле на 6,3±0,5 балла и гребному слалому – на 7,1±1,0 балла;

- осадки (дождь и снег) на спортсменов команд по лёгкой атлетике на 5,7±0,4 балла, академической гребле на 5,6±0,5 балла, что необходимо учитывать при составлении плана адаптации спортсменов при проведении тренировок и соревнований в условиях жаркого и влажного климата.

2. Проведение нагрузочного тестирования «до отказа» позволило выявить что при росте температуры воздуха увеличивается негативное действие на физическую работоспособность спортсменов по сравнению с условиями нормотермии (температура 22°C, влажность 35%), так:

- при умеренной гипертермии (температура 28-29°C, влажность 75%) отмечается снижение времени нагрузки на 0,8% и максимального потребления кислорода на 9% ($p<0,05$);

- при средней гипертермии (температура 33-34°C, влажность 75%) отмечается существенное снижение времени нагрузки на 5,5% ($p<0,05$) и максимального потребления кислорода на 13% ($p<0,05$);

- при высокой гипертермии (температура 38-39°C, влажность 75%) отмечается существенное снижение времени нагрузки на 14% ($p<0,05$) и максимального потребления кислорода на 17% ($p<0,05$), что позволяет

корректировать регламент проведения тренировочно-соревновательной деятельности с учетом климатических особенностей.

3. Выполнение нагрузки до «отказа» в условиях средней гипертермии, в сравнении с нормотермией приводит к статистически значимым изменениям показателей теплового состояния в виде: увеличения ректальной температуры в среднем на $0,46 \pm 0,13^\circ\text{C}$ (до $39,19 \pm 0,14^\circ\text{C}$), что приводит к выраженному тепловому утомлению спортсменов; увеличения средневзвешенной температуры кожи, в среднем на $4,07 \pm 0,24^\circ\text{C}$ (до $37,75 \pm 0,13^\circ\text{C}$); повышения уровня теплоощущений, в среднем на 32,3% и частоты сердечных сокращений в среднем на $20,09 \pm 2,91$ уд/мин (до $200,14 \pm 3,29$ уд/мин), что указывает на высокую информативность показателей теплового состояния спортсмена, увеличение которых при нагрузке в условиях жаркого и влажного климата позволяет прогнозировать степень адаптированности спортсмена и его результативность.

4. Разработанный интегральный показатель теплового состояния спортсмена, включающий в себя показатели температуры кожи (лоб, грудь, рука, спина, нога), среднюю температуру тела, субъективный уровень теплоощущений и частоту сердечных сокращений позволяет отображать величину тепловой нагрузки, а также получать информацию о текущем тепловом состоянии спортсмена с целью оценки уровня его адаптированности, оценки эффективности методов и средств коррекции теплового состояния в условиях высоких температур без привязки к стационарным приборам, а также для коррекции тренировочного плана.

5. Применение специальной охлаждающей жидкости в условиях средней гипертермии позволяет существенно снизить интегральный показатель теплового состояния до $3,17 \pm 0,42$ баллов, что соответствует 3 степени теплового дискомфорта, в то время, как интегральный показатель теплового состояния спортсмена без использования средств коррекции теплового состояния составляет $3,63 \pm 0,26$ баллов, что соответствует максимальной 4 степени теплового дискомфорта.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для коррекции теплового состояния спортсменов рекомендовано применение специальной охлаждающей жидкости "Liquid Ice" по следующей методике. Перед началом тренировки или соревнований в условиях жаркого и влажного климата замачивается футболка из 100% хлопка до полного пропитывания в специальной охлаждающей жидкости с водой в пропорции 1 к 5 (50 мл охлаждающей жидкости к 250 мл воды комнатной температуры). Далее футболка отжимается вручную и одевается спортсменом.

2. Перед использованием специальной охлаждающей жидкости рекомендуется провести кожные пробы для исключения аллергических реакций и раздражающего действия при наличии у спортсмена повышенной чувствительности. Пробы проводятся двумя способами. Способ 1 – поместить спортсмена в специальную климатическую камеру с возможностью регулирования температуры до показаний 33–38°C, и влажности до 75%. В данных условиях спортсмену необходимо провести 20 минут, далее можно приступать к проведению кожных проб, не выходя из климатической камеры. Способ 2 – поместить спортсмена в сауну с заданными показателями температуры 70–90°C и влажности 5–15% на 10 минут, после чего приступить к проведению кожных проб, не выходя из сауны. Пробы выполняются по «методике проведения кожных проб для выявления реакций на специальную охлаждающую жидкость».

3. Для оценки теплового состояния спортсмена рекомендовано использовать интегральный показатель теплового состояния. Для его определения необходима регистрация следующих показателей: средневзвешенной температуры кожи (°C) (по 5 точкам: лоб, грудь, рука, спина, нога), средней температуры тела (°C), теплоощущений (ТО, баллы), частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин). Также для расчета используются показатели: вес (кг), рост (см), величина нагрузки (ватт). Формулы с расчётами интегрального показателя теплового состояния представлены в «методика расчета интегрального показателя теплового состояния».

спортсмена в условиях жаркого климата».

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АД – артериальное давление
- АП – аэробный порог
- АПК – аппаратно-программный комплекс
- Вт – Ватт
- ИПТС – интегральный показатель теплового состояния
- КМС – кандидат в мастера спорта
- МОК – Международный Олимпийский Комитет
- МПК – максимальное потребление кислорода.
- МС – мастер спорта
- МСМК – мастер спорта международного класса
- НТ – нагрузочное тестирование
- ПАНО – порог анаэробного обмена
- ПО - предварительное охлаждение
- ПР - предварительная разминка
- СВТК – средневзвешенная температура кожи
- СГ – средняя гипертермия
- СГД – среднее гемодинамическое давление
- СТТ – средняя температура тела
- Т – температура локальная
- Тор – подъязычная температура
- ТО – теплоощущения
- Трект – температура «ядра»/ректальная температура
- Ттимп – тимпанальная температура
- ФР – физическая работоспособность
- ФС - функциональная состояние
- ЧСС – частота сердечных сокращений
- ЭКГ – электрокардиограмма
- ЭТ – эффективная температура

ΔKKY – контрастность климатических условий

Hsp72 – белок теплового шока

$\frac{M}{S}$ – показатель удельной теплопродукции

R – дыхательный коэффициент

S – Площадь поверхности тела

$V'O_2$ – скорость потребления кислорода

$V'CO_2$ – скорость утилизации углекислого газа

ΔT – градиент температуры

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдел А.М. Особенности технологии подготовки спортсменов при занятиях атлетической гимнастикой в условиях больших тепловых нагрузок, – Москва, 1999. – 156 с.
2. Абуасси У.Ф. Особенности применения восстановительных средств в тренировочном процессе юных борцов в экологических условиях жаркого климата, – Москва, 1997. – 148 с.
3. Агаджанян Н.А. Функциональные резервы организма и теория адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Вестник восстановительной медицины. – 2004. – № 3. – С. 4–11.
4. Агаджанян Н.А. Учение о здоровье и проблемы адаптации / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. — Ставрополь: Изд-во СГУ, 2000. — 2004 с.
5. Ажаев А.Н. Влияние высокой температуры окружающей среды на работоспособность человека / А.Н. Ажаев, З.И. Зориле, А.Н. Кольцов // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1980. – № 2. – С. 35–39.
6. Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур / А.Н. Ажаев. – М.: Наука, 1979. – 264 с.
7. Ажаев, А.Н. Тепловое состояние организма и работоспособность операторов в условиях высоких температур окружающей среды / А.Н. Ажаев, В.И. Зорилэ, А.Н. Кольцов // Военно-медицинский журнал. – 1988. – № 8. – С. 50–52.
8. Алгоритм назначения программ коррекции функциональных и адаптивных резервов высококвалифицированным спортсменам / А.С. Самойлов, С.М. Разинкин, П.А. Шулепов и др. под ред. В.В. Уйбы. – М.: Издательство: Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, – 2018. – 36 с.
9. Аль Сабри Аббас С.М. Применение комплексов восстановительных средств при подготовке спортсменов в настольном теннисе в условиях жаркого климата Йемена.: автореф. дис. ... канд. пед. наук / Москва, РГУФК, 2004. – 26 с.

10. Анализ методов организации микроклимата в спортивно-оздоровительных помещениях / Е.В. Плаксина, О.С. Замерина, Е.М. Бобрешов, А.А. Шевцов // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. – 2013. – № 2. – С. 70–77.

11. Афанасьева Р.Ф. МУК 4.3.1895-04. 4.3. Методы контроля. Физические факторы. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 03.03.2004) [Электронный ресурс]. Введ. 2004-05-01.

12. Багмет К.М. Оптимизация подготовки баскетболистов в различных климатических условиях / К.М. Багмет. — Москва, 2001. — 286 с.

13. Бадтиева В.А. Основные аспекты охраны здоровья спортсменов / В.А. Бадтиева, А.С. Шарыкин // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. – 2016. – № 4. – С. 35–43.

14. Баевский Р.М. Оценка адаптационного риска в системе индивидуального донозологического контроля / Р.М. Баевский, А.Г. Черникова. – Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – № 10. – С. 1180–1194.

15. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний: монография / Р.М. Баевский, А.П. Береснева. – М.: Медицина, – 1997. – 265 с.

16. Бакулин В.С. Физиологические аспекты оптимизации постнагрузочного восстановления и повышения эрготермической резистентности человека при напряженной двигательной деятельности, – Волгоград, 2012. – 301 с.

17. Богомолова М.М. Физиологическое обоснование оптимизации постнагрузочного восстановления спортсменов посредством дозированных контрастных термовоздействий, – Волгоград, 2006. – 176 с.

18. Брюк К. Тепловой баланс и регуляция температуры тела / К. Брюк // Физиология человека. – 3-е изд. – М.: Мир, 2007. – Т. 3, ч. VII, гл. 25. – С. 665–687.

19. Быков А.Т. Спортивная активность при неблагоприятных погодноклиматических условиях: риски и защита / А.Т. Быков, Т.Н. Маляренко // Военная медицина. – 2016. – № 1. – С. 52–83.
20. Бычков В.И. Температура кожи и соотношение путей теплоотдачи – объективные критерии границы комфорта и перегревания // Гигиена труда. – 1961. – № 12. – С. 3–7.
21. Варавикова Е.А. Оценка медицинских технологий за рубежом / Е.А. Варавикова // Кремлевская медицина. – 2009. – № 1. – С. 74–78.
22. Васильков А.А. Метод оперативного контроля за адаптационными реакциями организма человека / А.А. Васильков // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 8. – С. 31–32.
23. Веневцева Ю.Л. Вклад социально-психологических факторов в функциональную готовность спортсмена / Ю.Л. Веневцева, П.Ю. Прохоров // Спортивная медицина: наука и практика. – 2019. – № 4. – С. 80–82.
24. Влияние бани (сауны) на адаптацию к физическим нагрузкам у футболистов / В.И. Дубровский, А.Н. Разумов, К.В. Лядов, А.В. Дубровская // Вестник восстановительной медицины. – 2009. – № 1. – С. 81–82.
25. Влияние высокой внешней температуры на физическую работоспособность спортсмена / Я.А. Аталиев, Г.О. Овезгельдыева, А.Г. Григорьян, А.М. Кулиева // Журнал “Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта”. – 2009. – №3. – С. 35–39.
26. Воронин Н.М. Адаптация к условиям жаркого климата // Экологическая физиология человека. Адаптация человека к различным климатогеографическим условиям. – Л.: без издательства, 1980. – С. 428–442.
27. Гипертермические синдромы: этиология, патогенез, диагностика и интенсивная терапия / М.В. Бондарь, М.Н. Пилипенко, Т.В. Овсиенко, И.М. Невмержицкий // Медицина неотложных состояний. – 2018. – № 2. – С. 7–16.

28. Дубровский В.И. Экогигиена физической культуры и спорта / В.И. Дубровский, Ю.А. Рахманин, А.Н. Разумов. – М: Гуманитар. Изд. Центр ВЛФДОС, 2008. – 551 с.
29. Загородный Г.М. Особенности адаптации организма гандболистов молодежной команды к климатическим условиям Бразилии / Г.М. Загородный, Иванчикова Н.Н., Мороз-Водолажская Н.Н. // Прикладная спортивная наука. – 2015. – № 2. – С. 11–16.
30. Загородный Г.М. Рекомендации по адаптации спортсменов к условиям проведения XXXI олимпийских игр в Бразилии / Г.М. Загородный, Иванчикова Н.Н., Шут Н.М. // Прикладная спортивная наука. – 2016. – № 1. – С. 100–105.
31. Земцова И.И. Спортивная физиология / И.И. Земцова. – К: Олимпийская литература, 2001. – 218 с.
32. Избранные лекции по спортивной медицине / С.М. Разинкин, А.С. Самойлов, В.В. Петрова и др. – М: Издательство «Научная книга», 2018. – 664 с.
33. Интегральный показатель теплового состояния человека / Л.Г. Головкин, А. Д. Логунов, К.Я. Русалиев и др. // Важн. теорет. и практ.проблемы терморегуляции. Минск. — 1986. — С. 73.
34. Иорданская Ф.А. Нарушения показателей «срочной» адаптации в процессе напряженной тренировочной работы высококвалифицированных спортсменов и средства их профилактики / Ф.А. Иорданская // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 3. – С.35–40.
35. К вопросу об актуализации проблемы обезвоживания в спорте / С.А. Парастаев, Мирошникова Ю.В., Пушкина Т.А. и др. // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2017. – № 6. – С. 13–18.
36. Кафаров К.А. Механизмы гемодинамики и сауна / К.А. Кафаров, А.А.Бирюков // Теория и практика физической культуры. – 2000. – № 1. – С. 39–42.
37. Киш А.А. Методика оценки тепловой устойчивости у спортсменов циклических видов спорта / Киш А.А., Брагин М.А., Зорин М.Ю. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – № 4. – С. 955–964.

38. Коц Я.М. Влияние повышенных температур и влажности на спортивную работоспособность: лекция / Я.М.Коц. – М.: ГЦОЛИФК. – 1982. – 56 с.
39. Коц Я.М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры / Я.М. Коц. – М: Физкультура и спорт, 1998. – 200 с.
40. Кощев В.С. Физиология и гигиена индивидуальной защиты человека в условиях высоких температур / В.С.Кощев, Е.И.Кузнец. М.: Медицина, 1986. – 256 с.
41. Кремер У.Дж. Эндокринная система, спорт и двигательная активность / У.Дж. Кремер, А.Д. Рогол. — М.: Олимпийская литература, 2008. — 600 с.
42. Кузьменко В.А. Сердечно-сосудистые эффекты раздражения поверхностных и центральных терморцепторов в сауне / В.А. Кузьменко // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. – 1984. – № 5. – С. 56–58.
43. Лаптев А.П. Комплексное применение восстановительных средств при подготовке теннисистов в условиях жаркого климата / А.П. Лаптев, О.Ю. Портнова. — М: Физическая культура, 2006. — 144 с.
44. Ленц Н.А. Методические основы подготовки спортсменов высшей квалификации в различных климатогеографических условиях, – Москва, 2001. – 147 с.
45. Ленц Н.А. Подготовка и соревновательная деятельность спортсменов высшей квалификации в различных природно-географических условиях, – Москва, 2004. – 368 с.
46. Макаров В.И. Физиолого-гигиенические аспекты спортивной деятельности в условиях жаркого климата / В.И. Макаров, В.С. Баклулин. – Волгоград: ВГАФК. – 2009. – 78 с.
47. Мануева Р.С. Гигиеническая оценка микроклимата: учебное пособие / Р.С. Мануева. – Иркутск : ИГМУ, 2020. – 68 с.

48. Мартынов М.С. Эффективность оптимизации тренировочного процесса юных спортсменов при занятиях тхэквондо в условиях жаркого и влажного климата / М.С. Мартынов. – Москва, 1998. – 169 с.
49. Меерсон Ф.З. Адаптация, стресс, профилактика / Ф.З. Меерсон // М.: Наука, 1981. – 279 с.
50. Меерсон Ф.З. Физиология адаптационных процессов: Руководство по физиологии / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1986. — 635 с.
51. Метод оценки теплового состояния человека / Л.Г. Головкин, А. Д. Логунов, К.Я. Русалиев и др. // В кн.: Космическая биология и авиакосмическая медицина (тезисы докл. VIII Всесоюзн. конф.). М.: Наука. — 1986. — С. 36–37.
52. Метод расчета средней температуры тела человека / Л.Г. Головкин, А.Д. Логунов, К.Я. Русалиев, М.В. Дворников // В кн.: XV научные Гагаринские чтения по авиации и космонавтике. М. — 1985. — С. 54–55.
53. Методика интегральной оценки теплового состояния спортсмена в условиях высоких температур / Брагин М.А., Дворников М.В., Киш А.А., Петрова В.В. // Медицинская наука и образование Урала. – 2017. – № 4. – С. 118–122.
54. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды / Дворников М.В., Разинкин С.М., Петрова В.В. и др. // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 9. – С. 37–42.
55. Методы повышения тепловой устойчивости летчика. В сборнике: Медицинские и психологические проблемы оптимизации функционального состояния лётчика. Научно-тематический сборник для авиационных врачей / Духович В.М., Разинкин С.М., Лозинский П.А. Военное издательство. – 1992. – С. 71–74.
56. Миронов С.П. Спортивная медицина: нац. Руководство / С.П. Миронов, Б.А. Поляев, Г.А. Макарова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2012. – 1184 с.
57. Некоторые показатели метаболизма в головном мозге при гипоксии и перегревании / Разинкин С.М., Корденко А.Н., Ушаков И.Б., Духович В.М. // Космическая биология и авиакосмическая медицина. – 1989. – № 1. – С. 50–57.

58. Новожилов Г.Н. Гигиеническая оценка микроклимата / Г.Н. Новожилов, О.П. Ломов. – Л.: Медицина. – 1987. – 112 с.

59. Новые принципы повышения неспецифической резистентности организма к климатическим условиям Арктики / И.П. Бобровницкий, В.К. Фролков, С.Н. Нагорнев, Н.Б. Корчажкина // Физиотерапевт. – 2019. – № 5. – С. 75–80.

60. Обоснование системы физиолого-гигиенического обеспечения адаптации спортсменов сборных команд России к условиям Рио-де-Жанейро / В.В. Уйба, Ю.В. Мирошникова, С.М. Разинкин и др. // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 4. – С. 8–21.

61. Общие принципы оптимизации акклиматизации спортсменов к жаркому и влажному климату / Т.Ф. Абрамова, А.О. Акопян, М.В. Арансон и др. // Спортивная медицина: наука и практика. – 2017. – № 1. – С. 14–23.

62. Особенности оптимизации функционального состояния летчика в длительном полёте на одноместных летательных аппаратах. В сборнике: Медицинские и психологические проблемы оптимизации функционального состояния лётчика. Научно-тематический сборник для авиационных врачей / Разинкин С.М., Моисеев Н.Я., Бобровницкий И.П., Мигачев С.Д. Военное издательство. – 1992. – С. 67–71.

63. Особенности хронобиологической и климатогеографической адаптации высококвалифицированных спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро с учетом особенностей видов спорта / Е.Р. Яшина, Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина и др. М.: Издательство: ООО "НИПКЦ Восход-А". — 2016. — 152 с.

64. Оценка адаптационных возможностей организма профессиональных спортсменов и лиц, активно занимающихся спортом, к экстремальным климатическим условиям с использованием различных методов / К.В. Котенко, С.М. Разинкин, И.И. Иванова и др. // Физиотерапевт. – 2013. – №. 4. – С. 28–39.

65. Оценка эффективности специальной охлаждающей жидкости и ее влияния на тепловое состояние спортсменов при использовании в условиях

высоких температур / М.А. Брагин, В.В. Петрова, А.А. Киш и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – № 4. – С. 919–925.

66. Оценка теплового состояния у спортсменов в природных условиях жаркого климата / С.М. Разинкин, В.В. Петрова, М.М. Богомолова и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2018. – № 2. – С. 105–106.

67. Павлов А.С. Термофизиология мышечной работы и спортивного стресса / А.С. Павлов. – Донецк, 2007. – 79 с.

68. Панина Н.Г. Физиологические особенности функционального состояния организма человека при физической работе в условиях ограничения теплоотдачи, – Волгоград, 2010. – 150 с.

69. Панфилов О.П. Физиологическая адаптация спортсменов к различным климатогеографическим условиям, – Казань, 1992. – 33 с.

70. Перепекин В.А. Рекомендации по комплексному использованию средств восстановления работоспособности футболистов / В.А. Перепекин, В. Николаев // Теория и практика футбола. – 2003. – № 3. – С. 22–24.

71. Планида Е.В. Временная и климатическая адаптация спортсменов на заключительном этапе подготовки и в период проведения XXI зимних Олимпийских игр 2010 года в г. Ванкувере (Канада): методические рекомендации олимпийцу / Е.В. Планида, Н.Г. Кручинский / Мин-во спорта и туризма Респ. Беларусь, ГУ"Науч.-исслед. ин-т физич. культуры и спорта Респ. Беларусь". – Минск, 2009. – 64 с.

72. Поляев, Б.А. Зарубежный и отечественный опыт организации службы спортивной медицины и подготовки спортивных врачей: монография / Б.А. Поляев, Г.А. Макарова, И.А. Белолипецкая. – М.: Советский спорт. – 2008. – 336 с.

73. Португалов С.Н. Методические рекомендации для спортсменов и тренеров сборной команды по применению комплексной технологии срочной акклиматизации и оптимизации состояния высококвалифицированных спортсменов на этапе непосредственной подготовки и в период участия в Олимпийских играх 2016 года в Рио-де-Жанейро, - Москва, 2015. – 25 с.

74. Португалов С.Н. Оптимизация адаптации спортсменов в условиях централизованной подготовки / С.Н. Португалов, А.О. Акоюн // Вестник спортивной науки. – 2013. – № 4. – С. 12–15.

75. Португалов С.Н. Рекомендации для тренеров и специалистов паралимпийской сборной команды России по вопросам использования современных методик и технологий спортивной подготовки и восстановления с учетом климато-поясных условий проведения Паралимпийских игр в 2016 году в г. Рио-де-Жанейро, - Москва, 2014. – 10 с.

76. Раднагуруев Б.Б. Исследование влияния термовоздействий на отдельные функциональные показатели, в зависимости от длительности процедуры, на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям по вольной борьбе / Б.Б. Раднагуруев // Юбилейный сборник научных трудов молодых ученых и студентов РГАФК. – М., 1998. – С. 156–161.

77. Разинкин А.М. Климат и полеты. В книге: Справочник авиационного врача / Разинкин С.М., Ажаев А.Н. Воздушный транспорт. – 1992. – С. 189–215.

78. Разинкин С.М. Физиология и гигиена летчика в экстремальных условиях / С.М. Разинкин, В.М. Дворников. М.: Научная книга, 2017; 560 с.

79. Разумов А.Н. Адаптационные резервы организма и их коррекция с применением биоинформационных технологий / А.Н. Разумов, Л.В. Шарова, Ю.И. Кравцов. – М.: Издательство: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет", – 2011. – 298 с.

80. Разумов А.Н. Фундаментальные и прикладные аспекты современной концепции охраны здоровья / А.Н. Разумов // Russian Journal of Rehabilitation Medicine. -2017. – № 1. – С. 3–13.

81. Рахимбаев Р.С. Тепловое истощение и тепловой удар / Р.С. Рахимбаев, Д.К. Ташенов, В.А. Седенко // Вестник Алматинского государственного института усовершенствования врачей. – 2008. – № 1–2. – С. 87–93.

82. Рыбина И.Л. Алгоритм оценки адаптационных изменений организма спортсменов с использованием данных клинико-лабораторного контроля / И.Л. Рыбина, Е.А. Ширковец // Вестник спортивной науки. – 2017. – № 3. – С. 36–40.
83. Садилов Г.Н. Теплообмен как основа физиологического нормирования в условиях аридной зоны // Физиологическое нормирование в трудовой деятельности. – Л.: Наука, 1988. – С. 54–62.
84. Самойлов А.С. Актуальные вопросы адаптации спортсменов к Рио-де-Жанейро / А.С. Самойлов, В.В. Петрова // Спортивная медицина: наука и практика. – 2016. – № 4. – С. 27–28.
85. Самойлов А.С. Применение кардио-респираторного нагрузочного тестирования в спортивной медицине / А.С. Самойлов, А.А. Биктимирова, Н.В. Рылова // Практическая медицина. – 2014 г. – № 3. – С. 50–53.
86. Соболевский В.И. Влияние сауны на сердечно-сосудистую систему и работоспособность спортсменов / В.И. Соболевский. – Автореф. дисс. канд. мед. наук. – Тарту, 1980. – 23 с.
87. Солодков А.С. Адаптация в спорте: теоретические и прикладные аспекты / А.С. Солодков // Теория и практика физической культуры. – 1990. – №5. – С. 3–5.
88. Солодков А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – М: Спорт, 2018. – 620 с.
89. Охлаждающая жидкость и ее применение в практике спортивной медицины / Разинкин С.М., Петрова В.В., Коновалов Д.П., Брагин М.А. // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2016. – № 4. – С. 721–726.
90. Сравнительный анализ вариантов использования специальной охлаждающей жидкости и их влияние на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур / Разинкин С.М., Дворников М.В., Артамонова И.А. и др // Медицинская наука и образование Урала. – 2017. – № 2. – С. 172–177.
91. Средства и методы поддержания высокой работоспособности спортсменов в условиях высоких температур, Практические рекомендации,

интернет-источник - http://vk.com/doc153916416_316714130?hash=f2192a208bb2ecffcf&dl=91728b7375746e8959 – 22 с.

92. Судаков К.В. Избранные лекции по нормальной физиологии / К.В. Судаков. М.: ЭРУС, 1992. – 470 с.

93. Талышев Ф.М. Теоретические и практические аспекты использования средств восстановления в спорте / Ф.М. Талышев // Совершенствование системы управления системой подготовки квалифицированных спортсменов. – М.: ВНИИФК, 1980. – С. 140–159.

94. Уйба В.В. Медицинское и медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений: итоги и перспективы развития Центра лечебной физкультуры и спортивной медицины Федерального медико-биологического агентства / В.В. Уйба, Ю.В. Мирошникова, А.С. Самойлов. – Тула. – 2014. – 608 с.

95. Уметалиев Э.Б. Акклиматизация организма спортсменов вольного стиля к условиям жаркого климата / Э.Б. Уметалиев // Евразийское научное объединение. – 2018. – № 9–2. – С. 115–116.

96. Утрюхин Е.А. Принципы применения сауны в оздоровительных целях / Е.А. Утрюхин // Диагностика здоровья. – Воронеж: Изд-во ВГУ. 1990. – № 5. – 145 с.

97. Факторы, лимитирующие спортивную работоспособность во время проведения Олимпийских игр – 2008 в Пекине и меры противодействия (методические рекомендации) / Г.М. Загородный, Е.А. Лосицкий, И.А. Байкова, Н.Г. Кручинский. — Минск, 2008. — 9 с.

98. Фесюн А.Д. Изучение процесса адаптации сердечно-сосудистой системы на физические нагрузки у спортсменов детско-юношеского возраста / А.Д. Фесюн, Ю.П. Грузинцева, М.Ю. Яковлев, И.И. Амбражук // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2016. – Т.93, № 2–2. – С. 171–172.

99. Физиолого-гигиеническая оценка теплового состояния спортсменов в условиях жаркого климата / С.М. Разинкин, В.В. Петрова, М.М. Богомолова и др. // Гигиена и санитария. – 2017. – № 9. – С. 896–899.

100. Физиолого-гигиеническое обоснование оптимизации процессов адаптации спортсменов к условиям Рио-де-Жанейро (обзор литературы) / С.М. Разинкин, И.А. Берзин, В.В. Петрова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 4. – С. 22–32.
101. Физические методы коррекции тепловой адаптации и акклиматизации спортсменов к жаркому и влажному климату / В.И. Дубровский, А.Н. Разумов, К.В. Лядов и др. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2009. – № 5. – С. 42–43.
102. Чвырев В.Г., Ажаев А.Н., Новожилов Г.Н. Тепловой стресс / В.Г. Чвырев, А.Н. Ажаев, Г.Н. Новожилов. – М: Медицина, 2000. – 296 с.
103. Чеботарёв А.Г. Физиолого-гигиеническая оценка микроклимата на рабочих местах в шахтах и карьерах и меры профилактики его неблагоприятного воздействия / А.Г. Чеботарёв, Р.Ф. Афанасьева // Горная промышленность. – 2012. – № 6. – С. 34–40.
104. Шафранская А.Н. Физиолого-гигиеническая оценка микроклимата и проблема управления качеством воздушной среды крытых спортивных сооружений / А.Н. Шафранская // Горная промышленность. – 2008. – № 2. – С. 36–39.
105. Шахбазян Г.Х. Температура кожи и комфорт / Г.Х. Шахбазян. Киев: Госмедиздат, 1947. – С. 5–8.
106. Ширковец Е.А. Вариативность клинико-лабораторных маркеров адаптации организма спортсменов высокой квалификации к тренировочным нагрузкам / Е.А. Ширковец, И.Л. Рыбина // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 2. – С. 21–25.
107. Эффективность специальной охлаждающей жидкости на тепловое состояние спортсменов в условиях высоких температур / С.М. Разинкин, М.В. Дворников, И.А. Артамонова // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 1. – С. 60–63.

108. Altitude and heat training in preparation for competitions in the heat: a case study / A.J. Carr, P.U. Saunders, L.A. Garvican-Lewis, B.S. Vallanase // *The International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2020. – Online ahead of print.
109. Bahr R. New guidelines are needed to manage heat stress in elite sports – The federation international de volleyball (FIVB) heat stress monitoring programme / R. Bahr, J.C. Reeser // *British Journal of Sports Medicine*. – 2012. – Vol. 46. – P. 805–809.
110. Bergeron M.F. (Editorial). Training and competing \ in the heat in young sports: no sweat? / M.F. Bergeron // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49. – P. 837–839.
111. Comparison of UTCI to selected thermal indices / K. Blazejczyk, Y. Epstein, G. Jendritzky et al. // *International journal of biometeorology*. – 2012. – Vol. 56. – P. 515–535.
112. Consensus recommendations on training and competing in the heat / S. Racinais, J.M. Alonso, J.M. Coutts, et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49. – P. 1164–1173.
113. Cramer M.N. Biophysical aspects of human thermoregulation during heat stress / M.N. Cramer, O. Jay // *Auton Neurosci*. – 2016. – Vol. 196. – P. 3–13.
114. Current hydration guidelines are erroneous: degidration does not impair exercise performance in the heat / B.A. Wall, G. Watson, J. J. Peffer et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49. – P. 1077–1083.
115. Cycling-based repeat sprint training in the heat enhances running performance in team sport players / R.M. Gale, N. Etxebarria, K.L. Pumpa, D.B. Pyne // *European Journal of Sport Science*. – 2020. – Online ahead of print.
116. Differing physiological adaptations induced by dry and humid short-term heat acclimation / S.T. Tebeck, J.D. Buckley, C.R. Bellenger, J. Stanley // *International Journal of Sports Physiology and Performance*. – 2019. – Vol. 15. – P. 133–144.
117. Effect of heat and heat acclimatization on cycling time trial performance and pacing / S. Racinais, J.D. Periard, A. Carlsen, L. Nybo // *European Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2015. – Vol. 47. – P. 601–693.

118. Effect of short-term heat acclimation with permissive dehydration on thermoregulation and temperate exercise performance / R.A. Neal, J. Corbett, H.C. Massey, M.J. Tipton // *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. – 2016. – Vol. 26. – P. 875–884.

119. Effects of repeated sauna treatment on ventricular arrhythmias in patients with chronic heart failure / T. Kihara, S. Biro, Y. Ikeda, T. Fukudome et. al // *Circulation Journal*. – 2004. – vol. 68. -№ 12. – P. 1146-1151.

120. Epidemiology of Exertional Heat Illnesses in Youth, High School, and College Football / S.W. Yeargin, Z.Y. Kerr, D.J. Casa et al. // *Med Sci Sports Exerc*. – 2016. – № 48. – P. 1523-1529.

121. Evaluation of pre-game hydration status, heat stress, and fluid balance during professional soccer competition in the heat / L.F. Aragon-Vargas, J. Moncada-Jiménez, J. Hernandez-Elizondo et al. // *European Journal of Sport Science*. – 2009. – № 9. – P. 269-276.

122. Heat acclimation improves exercise performance / S. Lorenzo, J.R. Halliwill, M.N. Sawka, C.T. Minson // *Journal of Applied Physiology*. – 2010. – Vol. 109. – P. 1140–1147.

123. Heat acclimation improves heat tolerance test specificity in a criteria-dependent manner / K.M. Mitchel, R.M. Salgado, K.E. Bradbury et al. // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2021. – Vol. 53. – P. 1050–1055.

124. Hyperthermic-related challenges in aquatics, athletics, football, tennis and triathlon / M. Mountjoy, J.M. Alonso, M.F. Bergeron, et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2012. – Vol. 46. – P. 800–804.

125. Ihsan M. How to integrate recovery during heat acclimation / M. Ihsan, J.D. Periard, S. Racinais // *British Journal of Sports Medicine*. – 2021. – Vol. 55. – P. 185–186.

126. International Olympic Committee consensus statement on thermoregulatory and altitude challenges for high-level athletes / M.F. Bergeron, R. Bahr, P. Bartsch et. al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2012. – Vol. 46. – P. 770–779.

127. Kregel K.C. Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance / K.C. Kregel // *Journal of Applied Physiology*. – 1987. – Vol. 92. – P. 2177–2186.

128. Living, training and playing in the heat: challenges to the football player and strategies for coping with environmental extremes / R.J. Maughan, S.M. Shirreffs, K.T. Ozgunen et al. // *Scand J Med Sci Sports*. – 2010. – № 20. – P. 117-124.

129. Maloyan A. Heat acclimation increases the basal HSP72 level and alters its production dynamics during heat stress / A. Maloyan, A. Palmon, M. Horowitz // *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. – 1999. – Vol. 276. – P. 1506–1516.

130. Mixed-methods pre-match cooling improves simulated soccer performance in the heat / J.W. Frederick Aldous, B.C. Rose Christmas, I. Akubat et al. // *European Journal of Sport Science*. – 2019. – Vol. 19. – P. 156–165.

131. Nava R. Heat acclimation-induced intracellular HSP70 in humans: a meta-analysis / R. Nava, M.N. Zuhl // *Cell Stress Chaperones*. – 2020. – № 25. – P. 35-45.

132. Nielsen B. Olympics in Atlanta: a fight against physics / J.M. Pivarnik, L.C. Senay Jr // *European Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 1996. – Vol. 28. – P. 665–668.

133. Novel acclimatization and acclimation strategies for hot climates / K. Song, M. Richter, J. Waxenbaum et al. // *Current sports medicine reports*. – 2021. – Vol. 19. – P. 142–145.

134. Nybo L. Performance in the heat-physiological factors of importance for hyperthermia-induced fatigue / L. Nybo, P. Rasmussen, M.N. Sawka // *Comprehensive Physiology*. – 2014. – Vol. 4. – P. 657–689.

135. Pandolf R.B., Goldman R.F. Convergence of skin and rectal temperatures as a criterion for heat tolerance // *Aviat. Space and Environ.Med.* — 1978. — Vol. 49, № 9. — P. 1095–1101.

136. Performance Changes Following Heat Acclimation and the Factors That Influence These Changes: Meta-Analysis and Meta-Regression / C.L. Benjamin, Y. Sekiguchi, L.A. Fry, D.J. Casa // *Frontiers in Physiology*. – 2019. – Vol. 19. – P. 1448.

137. Periard J.D. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Application for competitive athletes and sports / J.D. Periard, S. Racinais, M.N. Sawka // *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. – 2014. – Vol. 25. – P. 20–48.
138. Physiologic tolerance to uncompensable heat: intermittent exercise, field vs laboratory / M.N. Sawka, W.A. Lutzka, S.J. Montain et. al. // *European Medicine & Science in Sports & Exercise*. – 2001. – Vol. 33. – P. 422–430.
139. Physiological and performance responses to a training camp in the heat in professional Australian football players / S. Racinais, M. Buchheit, J. Bilsborough et al. // *The international journal of sports physiology and performance*. – 2014. – Vol. 9. – P. 598–603.
140. Pivarnik J.M. Effects of exercise detraining and deacclimation to the heat on plasma volume dynamics / J.M. Pivarnik, L.C. Senay Jr // *European Journal of Applied Physiology*. – 1986. – Vol. 55. – P. 222–228.
141. Precooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analysis review / C.C. Bongers, D.N. Thijssen, M.T. Webrejer et al. // *British Journal of Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 49. – P. 377–384.
142. Precooling methods and their effects on athletic's performance: A systematic review and practical application / M. Ross, C. Abbiss, P. Laursen et al. // *Sports Med*. – 2013. – Vol. 43. – P. 207–225.
143. Racinais S. Benefits of heat re-acclimation in the lead-up to the Tokyo Olympics / S. Racinais, J.D. Periard // *British Journal of Sports Medicine*. – 2020. – Vol. 54. – P. 945–946.
144. Racinais S. Why should I test my athletes in the heat several months before Tokyo 2020? / S. Racinais, M. Ihsan // *British Journal of Sports Medicine*. – 2020. – Vol. 54. – P. 700–701.
145. Rikin A. Circadian rhythm of heat resistance in cotton seedlings: synthesis of heat-shock proteins / A. Rikin // *European Journal of Cell Biology*. – 1992. – Vol. 59. – P. 160–165.
146. Robinson S. Temperature regulation in exercise / S. Robinson // *Pediatrics*. – 1963. – Vol. 32. – P. 691–702.

147. Rowell L.B. Cardiovascular responses to sustained high temperature in resting man / L.B. Rowell, G.L. Brengelmann, J.A. Murray // *J. Appl. Physiol.* – 1970. – V. 28. – № 4. – P. 415-421.

148. Rowell L.B. Temperature regulation in exercising and heat-stressed men / L.B. Rowell, C.R. Wyss // *Thad Transfer. Med. and Biol. Anal. and Appl.*, N.-Y.-London. – 1985. – v.1. – P.53-60.

149. Short term heat acclimation reduces heat strain during a first, but not second, consecutive exercise-heat exposure / R.R. Pryor, J.L. Pryor, L.W. Vandermark et al. // *Journal of science and medicine in sport.* – 2021. – Vol. 21. – P. 84–90.

150. Shortterm heat acclimation improves physical performance: a systematic review, and exploration of physiological adaptations and application for team sports / S. Chalmers, A. Esterman, R. Eston et al. // *Sports Med.* – 2014. – Vol. 44. – P. 971–988.

151. Stribley R.F., Nunneley S.A., Allan J.R. Thermal comporation of front and rear cockpits of the F-4E during low level flight // *Prepr. of 1979 the Ann. Sci. Meet. of Aerospace Med. Ass.* May 14—17, 1979. — 1979. — P. 269–270.

152. The association of environmental heat stress with performance: analysis of the 2014 FIFA World Cup Brasil / G.P. Nassis, J. Brito, J. Dvorak et al. // *British Journal of Sports Medicine.* – 2015. – Vol. 49. – P. 609–613.

153. The effect of medium-term heat acclimation on endurance performance in a temperate environment / J. Corbett, H.C. Massey, J.T. Castello et al. // *European journal of sport science.* – 2021. – Online ahead of print.

154. The Effects of Heat Adaptation on Physiology, Perception and Exercise Performance in the Heat: A Meta-Analysis / C.J. Tyler, T. Reeve, G.J. Hodges, S.S. Cheung // *Sports Medicine.* – 2016. – Vol. 46. – P. 1699–1724.

155. The influence of hot humid and hot dry environments on intermitten-sprint exercise performance / M. Hayes, P.C. Castle, E.Z. Ross, N.S. Maxwell // *International journal of sports physiology and performance.* – 2014. – Vol. 9. – P. 387–396.

156. Thermal sensitivity to warmth during rest and exercise: a sex comparison / N. Gerrett, Y. Ouzzahra, S. Coleby et. al. // *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* – 2014. – Vol. 114. – P. 1451–1462.

157. Time course of natural heat acclimatization in well-training cyclist during a 2-week training camp in the heat / A. Karlsen, L. Mybo, S.I. Norgaard et al. // Scandinavian journal of medicine & science in sports. – 2015. – Vol. 25. – P. 240–249.
158. Uckert S, Joch W. Effects of warm-up and precooling on endurance performance in the heat. Br J Sports Med 2007; 41 (6): 380–384.
159. Voss W, Schlippe G. Dermatologisches Gutachten zu einer haut-Kühlungsstudie, test auf Vertraglichkeit und Wirksamkeit. Dermatest (Medical research company), 2008; 14 p.
160. Wickham K.A. Sex differences in the physiological adaptations to heat acclimation: a state-of-the-art review / K.A. Wickham, P.J. Wallace, S.S. Cheung // Journal of Applied Physiology. – 2021. – Vol. 121. – P. 355–357.
161. Williams S. Energicser research data confirms that evaporative cooling improves the hydration status and endurance. University of Bath, 2012; 17 p.
162. Zenker S. Technology for skin tightening and body shaping / S. Zenker // Prime International Journal. – 2012. – Vol. 2. – P. 28–35.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Анкета для спортсменов

Уважаемый спортсмен, просим Вас ответить на следующие вопросы!

1. ФИО
2. Федерация
3. Стаж работы в сборных командах _____
4. Отметьте, как сильно влияют групп факторов на ваше общее состояние и физическую работоспособность во время тренировок и соревнований (поставьте балл от 1 до 10 в строке с факторами, где 1 балл – не влияет, 10 баллов – очень сильно влияет).

Группа факторов, влияющих на результативность спортсмена:	Балл
Бытовые условия в месте проживания	
Питание и водообеспечение в местах проживания, тренировок и соревнований	
Перелет до места соревнования	
Климатические условия во время соревнований	
Обеспечение инвентарём и оборудованием мест проведения соревнований	
Нерациональное планирование подготовки к соревнованиям	
Психологическая нагрузка до и в ходе соревнований	

5. Оцените влияние факторов из выше представленных групп ваше общее состояние и физическую работоспособность во время тренировок и соревнований (поставьте балл от 1 до 10 в строке с факторами, где 1 балл – не влияет, 10 баллов – очень сильно влияет).

Факторы, влияющих на результативность спортсмена:	Балл
Плохой номер	
Численность в номере	
Плохие кровати	
Нет вентилятора	
Нет душа	
Нет холодильника	
Нет автобуса с кондиционером	
Далеко проживание от соревновательно-тренировочной базы	
Низкое качество еды	
Однообразное питание	
Непривычные продукты	
Недостаточное количество еды	
Непривычные напитки	
Низкая пищевая ценность продуктов	
Плохая гигиена в столовых (грязно)	
Аэрофобия	
Пересечение более 3х часовых поясов	
Неудобное время вылета-прилета	
Полет более 3х часов	

Анкета оценки влияния различных факторов на общее состояние и физическую работоспособность спортсменов во время тренировок и соревнований

Неудобные кресла самолета	
Недостаточное или некачественное питание в полете	
Гиподинамия	
Непрямой рейс	
Трудности на регистрации	
Неорганизованная доставка до гостиницы	
Высокая температура воздуха (более 30°C)	
Высокая влажность (более 70%)	
Интенсивная инсоляция (прямые солнечные лучи)	
Ветер (более 10 м/с)	
Осадки (дождь и снег)	
Высокая температура предметов на месте проведения соревнований (нагревание беговой дорожки, инвентаря и др.)	
Неудобный инвентарь	
Неудобная экипировка	
Неправильная подготовка инвентаря	
Трудности с транспортировкой инвентаря	
Негативное влияние окружающей среды на экипировку и инвентарь	
Оборудование с отличающимися характеристиками	
Нет предварительных тренировок на трассе соревнований	
Неправильная подготовка	
Неправильная тактика на соревнования	
Неправильное распределение сил	
Использование не апробированных средств на этапе подготовки	
УМО, смена экипировки и др. непосредственно перед соревнованиями	
Высокая ответственность за результат	
Страх не быть отобранным	
Страх выступления	
Страх сильного соперника	
Страх поражения	
Опыт предыдущих проигрышей	
Боязнь получения травмы	
Конфликт с тренером	
Конфликт с членами команд	
Конфликт в семье	
Бессонница (тревожность)	
Эмоциональная нестабильность	
Изменение поведения тренеров в связи с нарастающим напряжением перед стартами	

Спасибо за участие!

Продолжение анкеты оценки влияния различных факторов на общее состояние и физическую работоспособность спортсменов во время тренировок и соревнований

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Циклограмма проведения нагрузочного тестирования в условиях жаркого и влажного климата на беговой дорожке

№ п/п.	Исследование
1	Осмотр спортивного врача
2	Инструктирование исследователей
3	Измерение веса на медицинских весах без одежды
4	Замер артериального давления
5	Фиксация тимпанальной и сублингвальной температуры
6	Введение гибкого датчика термостанции (если нет термохрона)
7	Фиксирование термохронов на коже в 5 точках
8	Фиксирование на груди носимой системы «Polar»
9	Одевание футболки
10	Измерение веса на медицинских весах в одежде
11	Заход в климатическую комнату
12	Опрос о субъективной оценке теплоощущений
13	Фиксация прямого показателя ректальной температуры
14	Нахождение в климатической комнате на стуле в течение 10 минут с ежеминутной оценкой теплоощущений
15	Ежеминутная фиксация ректальной температуры в климатической комнате (если нет термохрона)
16	Ежеминутный опрос субъективной оценки теплоощущений в климатической комнате
17	Нагрузочное тестирование «до отказа»
18	После «отказа» спортсмен в течение 7 минут со скоростью 2,7 км/час ходит на тредмиле
19	В течение 8 минут сидит на стуле в климатической комнате
20	Выход из климатической комнаты
21	Измерение веса на медицинских весах в одежде
22	Замер артериального давления
23	Фиксация тимпанальной и сублингвальной температуры
24	Снятие носимой системы «Polar»
25	Извлечение гибкого датчика термостанции (если нет термохрона)
26	Измерение веса на медицинских весах без одежды

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Код спортсмена	Климатические условия Т _{возд.} , °С; Влажность, %; ЭТ (эффективная температура), °С			
	Т _{возд.} – 20°С Влажность – 32% ЭТ – 18,4°С	Т _{возд.} – 28-29°С Влажность – 75% ЭТ – 35,2°С	Т _{возд.} – 33-34°С Влажность – 70% ЭТ – 44,5°С	Т _{возд.} – 38-39°С Влажность – 70% ЭТ – 54,1°С
Ф1	Забились мышцы ног	Забились ноги. Тяжело дышать, начала кружиться голова от жары	Тяжело дышать. На поле легче бегать. Под конец начинается головокружение	Будто дышишь огнем. Не хватало кислорода. Начинала кружиться голова
Ф2	Затрудненное дыхание	Тяжело дышать	Тяжело дышать. Адаптация к ступеням сложнее, чем раньше	Очень жарко стало на беге
Ф3	В таком темпе больше работать не мог. Сказал, что достиг ПАНО	Забились мышцы бедер, было немного тяжело дышать, но не хуже, чем в комфортных условиях	Тяжелее бежать. Забилась задняя поверхность бедра и дышать стало тяжело одновременно	Появилось головокружение. Мышцы начали забиваться. Но потом в ходе нагрузки это прошло
Ф4	Затрудненное дыхание, тяжесть в голове	Задыхался, дышал ртом. Мышцы нормально	Маска давила. Ноги, на удивление, совсем не забились	Ноги совсем не забивались. Задыхался
Ф5	Забились ноги	Забились ноги	Ноги забились. Тяжелее не было	Бежать понравилось. Ноги болят, поэтому закончил

Данные субъективного состояния спортсменов (самоотчеты о причинах остановки выполнения тестовой нагрузки в различных климатических условиях)

Код спортсмена	Климатические условия			
	Т _{возд.} , °С; Влажность, %; ЭТ (эффективная температура), °С			
	Т _{возд.} – 20°С Влажность – 32% ЭТ – 18,4°С	Т _{возд.} – 28-29°С Влажность – 75% ЭТ – 35,2°С	Т _{возд.} – 33-34°С Влажность – 70% ЭТ – 44,5°С	Т _{возд.} – 38-39°С Влажность – 70% ЭТ – 54,1°С
Ф6	Некомфортные ощущения в легких	Тяжело дышать. Ноги совсем не устали	Дышать невозможно уже было	Заходишь как в парилку. Сковывает дыхание. Тяжело было идти, чем бежать. Дыхание сложнее подстраивалось под ходьбу
Ф7	Забились мышцы ног. Тяжело было дышать	Запах маски. Ноги немного забились	Тяжело дышать. Ноги "подзабились". На поле бегать легче	Очень душно. Тянет вниз. После 6 ступени тяжело бежать
Ф8	Забились мышцы ног	Тяжело бежать из-за дыхания	Общая усталость. Воздух горячий. Но в этот раз был спокоен психологически, т. к. знал, чего ожидать, настроился	Как в бане. Дышать тяжело
Ф9	Свело левую ногу. С утра ни ел, ни пил	Мышцы забились	Забились мышцы. Тяжело дышать	Тяжело дышать. Мышцы мало забились

Продолжение данных субъективного состояния спортсменов (самоотчеты о причинах остановки выполнения тестовой нагрузки в различных климатических условиях)

Код спортсмена	Климатические условия			
	Т _{возд.} , °С; Влажность, %; ЭТ (эффективная температура), °С			
	Т _{возд.} – 20°С Влажность – 32% ЭТ – 18,4°С	Т _{возд.} – 28-29°С Влажность – 75% ЭТ – 35,2°С	Т _{возд.} – 33-34°С Влажность – 70% ЭТ – 44,5°С	Т _{возд.} – 38-39°С Влажность – 70% ЭТ – 54,1°С
Ф10	Тяжело дышать в маске стало (зажимала нос) просто невозможно, не хватало объема	Тяжело дышать, снял маску на восстановлении	(Снял маску сразу после нагрузки). Умер. Общая усталость. На поле бегать легче.	Воздуха не хватало
Ф11	Общая усталость	Забились ноги	Устал, тяжело дышать, будто задыхаешься	Страшно стало в конце, воздуха не хватало. Температура напрягала. Ноги не забились. Не восстанавливался, сразу вышел
Ф12	Забились мышцы ног	Забились ноги, преимущественно икры. Бежать было легче	Дышать тяжело, сердцу тяжеловато. Но не тяжелее, чем раньше	Дыхания не хватило. Это был первый раз, когда чувствовалась температура
Ф13	Еще мог бы немного пробежать, но он вытянул руки вперед, и врач решил, что он «все»	В какой-то момент глубоко вдохнул, а в маске уже было слишком мокро и сбил тем дыхание, стал чаще дышать	Не тяжелее, чем раньше. Нога стала побаливать	С самого начала было жарко. Дыхание не смогло привыкнуть к жарким воздухом

Продолжение данных субъективного состояния спортсменов (самоотчеты о причинах остановки выполнения тестовой нагрузки в различных климатических условиях