

А. Т. Быков, Т. Н. Маляренко

## СПОРТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ: РИСКИ И ЗАЩИТА

*Кубанский государственный медицинский университет, г. Краснодар, Российская Федерация*

---

*В обзоре проанализированы результаты зарубежных исследований последних лет по проблеме «Климат, спорт и здоровье». Мы остановились на таких внешнесредовых факторах риска (ФР) нарушения здоровья и функционального состояния спортсменов, при тренировках и соревнованиях вне помещений, как жара в сочетании с высокой влажностью воздуха и ультрафиолетовой радиацией, а также нерациональная организация тренировок и соревнований. Рассмотрены также внутренние ФР развития теплового стресса, влияющие на индивидуальную толерантность спортсменов к неблагоприятным внешним условиям: возраст, пол, излишняя масса тела, недостаточные тренированность и акклиматизация. Подытожены рекомендации по стратегиям защиты спортсменов от повреждающего влияния как отдельных, так и сочетанных ФР.*

**Ключевые слова:** *спортивная активность вне помещений, неблагоприятные условия внешней среды, здоровье, защита.*

A. T. Bykov, T. N. Malyarenko

## SPORT ACTIVITY IN ADVERSE CLIMATE AND WEATHER CONDITIONS: RISKS AND PROTECTION

*In this review we have analyzed the results of some foreign researches of recent years concerning the climate and weather related problems of sport and health. We have studied such environmental risk factors for sportsmen's health and functional state while training outdoors as heat and high air humidity along with ultraviolet radiation and poor training or competition planning. Endogenous risk factors as gender, age, overweight? The lack of training and acclimatization, contributing to the heat stress development and affecting the individual resistance to exogenous factors have also been in the focus. The protective strategy recommendations against the destructive both isolated and combined factors have been summed up.*

**Key words:** *outdoor sport activity, harmful exogenous factors, health, protection.*

---

В последнее время участилось проведение соревнований по разным видам летнего спорта на открытом воздухе в странах с заведомо неблагоприятным климатом и неустойчивой погодой с участием в них как акклиматизированных, так и недостаточно адаптированных спортсменов. Наряду с профессиональным спортом становятся всё более популярными рекреационные занятия физическими нагрузками на открытом воздухе, которые расцениваются как ворота в активный здоровый образ жизни [7]. Например, в США количество людей разного возраста, совершающих ежедневные пробежки, возросло с 2007 года по 2012 год на 26%, достигнув более 53 миллионов. Кроме того, многие люди на досуге занимаются физическими упражнениями на воздухе. Любители всё чаще участвуют в массовых спортивных мероприятиях. Вместе с тем, погодно-климатические условия с каждым десятилетием ощутимо ухудшаются, что делает проблему их влияния на здоровье спортсменов весьма актуальной. Люди, занимающиеся физкультурой и спортом на открытом воздухе при разных погодно-климатических условиях, могут испытывать выраженный термальный дискомфорт и стрессорное напряжение организма. Внешние факторы, определяющие теплообмен между организмом и внешней средой и функциональное состояние человека, включают сочетанное воздействие температуры воздуха, скорости ветра, относительной влажности, солнечной радиации и других. Основными внутренними факторами, которые могут взаимодействовать с внешними в процессах адаптации организма при спортивной активности, являются возраст, пол, телосложение, физическая подготовленность и уровень акклиматизации.

Физиологические реакции на погодно-климатические эксцессы индивидуальны, но даже у высоко тренированных профессиональных спортсменов, особенно без предварительной акклиматизации, могут развиваться связанные с внешними условиями нарушения здоровья различной тяжести. В литературе всё чаще обсуждается проблема защиты спортсменов от неблагоприятного воздействия на организм жары, высокой влажности и солнечной радиации [2, 7, 23, 24, 29, 34]. Обращается внимание и на препятствия к внедрению защитных стратегий в спортивную практику [16]. Добавим, что обозначенная проблема актуальна и для профессиональных групп людей, выполняющих большие физические нагрузки вне помещений, зачастую в неблагоприятных погодно-климатических условиях.

Целью данной статьи было на основе анализа зарубежной литературы последних лет обобщить

современные представления о рисках для здоровья человека занятий спортом в неблагоприятных условиях внешней среды и способах защиты от них. Особое внимание будет уделено влиянию жаркой погоды с сопутствующими метеофакторами.

### Спортивная активность при жаре

Экстремальная жара может вызвать развитие тяжелого теплового удара и даже смерть спортсмена, подчёркивает В. Pluim [29], хотя температура ядра тела может поддерживаться на безопасном уровне в широких границах внешних условий. Эти границы детерминируются интенсивностью физических нагрузок и уровнем метаболизма, а также тепловой нагрузкой внешней среды. Однако нарушение функционального состояния спортсменов нередко развивается даже не в экстремальных условиях, а при длительном воздействии непривычно повышенной температуры воздуха. В частности, у спортсменов возможно появление болезненных спазмов мышц; наиболее часто судороги развиваются у бегунов на длинные дистанции, велогонщиков, а также у футболистов, регбистов и других спортсменов при интенсивных и длительных физических нагрузках на нижние конечности в условиях жары. Это, в частности, обуславливается дегидратацией вследствие недостаточного поступления в организм воды и потерей ионов натрия при обильном потоотделении [14]. На примере теннисистов показано, что соблюдение индивидуального режима гидратации повышает производительность спортивной активности при жаркой погоде и эффективность восстановления [26].

Во время игры в теннис в сильную жару (например, при  $39,3 \pm 0,5$  °C) в исследовании у спортсменов развивается оксидативный стресс, отмечается нарушение антиоксидантной защиты и повреждение клеток [25]. Что касается нарушения теплообмена, то температура ядра тела у мужчин, например во время теннисного матча при температуре воздуха 19–22 °C, составляла в среднем 38,7 °C, а при жаркой погоде (34–37 °C) она в среднем была выше: 39,4 °C [Périard et al., 2014]. Исследования прошлых десятилетий показали, что температура ядра тела при физических нагрузках в условиях жары часто превышает 40 °C. При этом также повышается температура кожи, но развивающаяся вазодилатация недостаточна для необходимой теплоотдачи, что обуславливает невозможность устойчивого поддержания сердечного выброса; нарушаются функции центральной нервной системы (ЦНС), печени, почек, желудочно-кишечного тракта

и мышц, особенно при нарастании температуры ядра тела до  $\geq 40,5^\circ$ . При тепловом стрессе повреждение ЦНС может проявляться у спортсменов нарушением координации движений, дезориентацией, потерей сознания. Установлено, что охлаждающие механизмы на уровне организма (потоотделение и кожная вазодилатация) работают у спортсменов оптимально при нормальных условиях внешней среды, а баланс между теплопродукцией и теплоотдачей организма поддерживается в течение примерно 40 минут теннисного матча. При нарастании температурного дискомфорта темп игры подсознательно замедляется, скорость метаболизма снижается, что является наглядным примером ауторегуляции в определенных временных пределах при высокой внешней температуре [27].

В одном из исследований [11] разница в ухудшении результатов тестов на физическую работоспособность теннисистов-мужчин (краткосрочный спринт на 15 м, прыжки в высоту, сила и ригидность мышц нижних конечностей) к середине и в конце матчей длительностью 119 мин и 102 мин (по 20 мин эффективного игрового времени – «мячик в игре») в условиях жаркой и прохладной погоды ( $\sim 36^\circ\text{C}$  и  $22^\circ\text{C}$  соответственно) была не достоверной. Полное восстановление показателей физической работоспособности теннисистов к до-матчевому состоянию происходило в течение 24 часов, кинетика восстановления также была идентичной. В другом исследовании [27] у такого же количества спортсменов в аналогичном режиме матчей в близких температурных условиях ( $34^\circ\text{C}$  и  $19^\circ\text{C}$ ) было выявлено, что в жаркую погоду процент эффективной игры был ниже на 3,4% ( $p < 0,05$ ). Температура ядра тела и кожи была при этом была выше ( $p < 0,05$  и  $p < 0,001$ ), как и по-

казатели ЧСС, термальная чувствительность и ощущение переживаемого напряжения. Эти данные подтверждают необходимость применения индивидуальной стратегии адаптационного поведения спортсменов в жару, чтобы замедлить наступление ощущения спортсменами внешних условий как трудных, что повышает напряжение организма. Однако при теннисных тренировках и матчах легче достичь охлаждения, чем в других видах спорта, как, например, в американском футболе, хоккее на траве, которые требуют от игрока надевать защитную одежду, что увеличивает затраты энергии и затрудняет теплоотдачу при длительных интенсивных тренировках и соревнованиях. В таких видах спорта повреждающее влияние жары на организм отмечается чаще, чем в теннисе [29].

При анализе физической работоспособности почти 2 миллионов участников, финишировавших в шести марафонских забегах в Европе и Америке с 2001 по 2010 годы, установлено, что на скорость бега оказывают значимое влияние только температура воздуха и, в меньшей мере, загрязнение нижних слоёв атмосферы озоном (по сравнению с влажностью и загрязнением воздуха твёрдыми частицами) [13]. Оптимальная температура воздуха для максимальной скорости бега марафонцев зависит от уровня их физической работоспособности. Когда температура воздуха превышает этот оптимум, скорость бега замедляется, и учащается отстранение бегунов от соревнований по состоянию здоровья.

Хотя многие спортсмены проявляют устойчивость к вызванным жарой нарушениям здоровья и функционального состояния, различные факторы постоянно увеличивают риск негативных эффектов (табл. 1). К таким факторам относятся избыточная

Таблица 1. Риски, связанные с занятиями спортом на открытом воздухе в жару и стратегии защиты спортсменов от нарушения здоровья и функционального состояния

Главные риски	Факторы, увеличивающие риск	Способы защиты
<p><b>Малые симптомы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Дегидратационный статус, повышение температуры ядра тела.</li> </ul> <p><b>Большие симптомы:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– От умеренных до тяжёлых заболеваний, вызванных жарой.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Мужской пол, возраст более 40 лет.</li> <li>– Наследственная интолерантность к жаре.</li> <li>– Ожирение (ИМТ <math>&gt; 30</math> кг/м<sup>2</sup>).</li> <li>– Повреждения, вызванные жарой, в анамнезе.</li> <li>– Дисфункция потовых желёз.</li> <li>– Вирусные заболевания, солнечные ожоги.</li> <li>– Высокая относительная влажность воздуха.</li> <li>– Низкая акклиматизация к жаре.</li> <li>– Депривация сна.</li> <li>– Низкий уровень физической подготовленности.</li> <li>– Экссессивные эпизоды жары.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ознакомление с прогнозом погоды.</li> <li>– Акклиматизация спортсменов к жаре.</li> <li>– Тренировки на выносливость.</li> <li>– Предварительное охлаждение организма.</li> <li>– Одежда, способствующая теплообмену и поддержанию теплового баланса организма.</li> <li>– Тренировки и соревнования следует начинать в прохладное время дня, уменьшать длительность периодов нагрузки, делать более продолжительными / частыми восстановительные периоды в тени.</li> <li>– Приступать к физическим нагрузкам в состоянии нормальной гидратации организма и поддерживать водно-солевой баланс на всём протяжении тренировок и соревнований.</li> </ul>

масса тела и ожирение (индекс массы тела – ИМТ > 30 кг/м<sup>2</sup>), низкий уровень физической подготовленности и акклиматизации к жаре, дегидратация, депривация сна, дисфункция потовых желез, вирусные инфекции, возраст старше 40 лет, мужской пол, некоторые антидепрессанты, тепловой или солнечный удар в прошлом, генетическая предрасположенность и другие. У тренированных спортсменов лучше рассеивание тепла и более высокая толерантность к жаре вследствие более низкого порога кожной вазодилатации и потоотделения [22]. Однако у людей с избыточной МТ и ожирением риск теплового стресса и нарушений здоровья под влиянием жары повышен, так как жировая ткань затрудняет потерю тепла, а метаболическая теплопродукция при физической нагрузке у таких индивидов выше, что показали N. K. Chang и C. H. Pin ещё в 1996 году. Недавно переболевшие спортсмены, а также индивиды с повышенной температурой тела или с недостаточной гидратацией также подвержены повышенному риску негативного воздействия жары на здоровье.

Спортсмены группы риска (с недостаточной физической подготовленностью, излишней массой тела (МТ) или не акклиматизированные) при интенсивной физической активности в жару подвергаются большому риску, так как при нагрузке вырабатывается ~ 1000 ккал/час и температура ядра тела возрастает до опасного уровня уже через 20–30 мин. Увеличивает поглощение организмом тепла из внешней среды избыточная или тёмная одежда, поэтому рекомендуется лёгкая спортивная одежда светлых тонов. Повышает риск теплового стресса приём некоторых медикаментов, особенно с диуретическим действием, а также употребление алкоголя, кофеина, теофилина и других. Следовательно, в жаркую погоду желательно исключить из меню спортсменов кофе, чай и шоколад.

#### **Влияние высокой относительной влажности воздуха**

Показано, что в жаркую погоду на общее состояние организма и физическую работоспособность оказывает негативное влияние и высокая относительная влажность воздуха [20]. В условиях повышенной внешней температуры (в среднем 30,2±0,2 °С) длительность и производительность физической нагрузки у мужчин при повышении относительной влажности воздуха до 60% и 80% по сравнению с показателями при 24% и 40% достоверно снижались. Температура ядра тела при этом значимо не изменялась, но температура кожи повышалась. В недавнем исследовании спортсмены бо-

лее сильно ощущали температурный дискомфорт в дни, когда параллельно жаре нарастала относительная влажность воздуха и солнечная радиация, а также в безветренную погоду [27]. Исследование в лабораторных условиях [15] показало, что у молодых людей 20–30 лет после бега в течение 20 мин с интенсивностью 68% от максимальной ЧСС в процессе 30-минутного неактивного восстановительного периода при температуре воздуха 30 °С и практически нулевой скорости движения воздуха, потоотделение было достоверно выше при относительной влажности, составляющей 85%, чем 19% ( $p < 0,05$ ). При 85% влажности воздуха локальное потоотделение в области спины в первые 5 мин восстановления было в среднем в 1,62 раза больше, чем при низкой влажности ( $p < 0,05$ ). Затем потоотделение уменьшалось, но не достигало уровня покоя до бега, и оставалось повышенным. Температура ядра тела после нагрузки продолжала нарастать – в течение 7-и минут при 85% влажности и 3-х минут при 19% влажности воздуха, а ЧСС при высокой влажности воздуха была на 11/мин больше, как при нагрузке, так и в течение первых 20 мин восстановления ( $p < 0,05$ ). Приведенные данные показывают, что при 85% относительной влажности термальная нагрузка в период неактивного восстановления после физической нагрузки умеренной мощности в условиях одинаковой (повышенной) температуры воздуха оказалась значительно выше, чем при низкой влажности. Поэтому при прогнозировании влияния физической активности на функциональное состояние спортсменов в условиях жаркой погоды важно учитывать и усиливающие риск эффекты повышенной влажности воздуха. Интересное наблюдение приведено в руководстве H. M. Binkley et al. [4]: при высоких и экстремальных показателях влажного термометра риск связанных с жарой проблем нарастает на следующий день, и это наилучший предиктор нарушений здоровья, ассоциирующихся с высокой внешней температурой. Однако у спортсменов, которые спят в прохладном или оборудованном кондиционерами помещении, этот риск намного меньше.

В табл. 2 показано, что, по крайней мере, по три сочетания температуры и относительной влажности внешнего воздуха обуславливают умеренный, высокий или эксцессивный риск теплового стресса и напряжения терморегуляции у спортсменов при длительной физической нагрузке. Чем выше температура внешнего воздуха, тем ниже может быть относительная его влажность для каждого уровня стресса, определённого у марфонцев.



Таблица 2. Оценка риска теплового стресса у марафонцев на основе показателей влажного термометра при различной относительной влажности воздуха

Оценка риска	°С (влажный термометр)	Относительная влажность (%)
Умеренный	24	50
Умеренный	20	75
Умеренный	18	100
Высокий	28	50
Высокий	26	75
Высокий	24	100
Экссессивный	33	50
Экссессивный	29	75
Экссессивный	28	100

Сочетанный риск повышенной температуры и относительной влажности воздуха можно достовернее оценить по индексу WBGT (аббревиатура означает температуру воздуха с учётом показаний влажного термометра психрометра). Индекс WBGT рассчитывается по уравнению:  $WBGT$  (градусы) =  $0,7T^{\circ}$  влажного термометра +  $0,3T^{\circ}$  сухого термометра.

Риск нарушения функционального состояния от низкого до экстремального характеризуют следующие показатели WBGT:  $< 18^{\circ}$  – низкий риск;  $18-23^{\circ}$  – средний риск;  $23-28^{\circ}$  – высокий риск;  $> 28^{\circ}$  – экстремальный риск. WBGT индекс помогает модифицировать физическую активность и снизить риск нарушения здоровья спортсменов в ситуации повышенной температуры и влажности воздуха.

В тщательно распланированном исследовании M. Hayes et al. [12] у спортсменов оценивали эффект сухой и влажной жары на выполнение прерывистой спринтерской нагрузки, которая является составной частью командных видов спорта. У молодых мужчин при нагрузке на велоэргометре в течение 40 мин при разном сочетании температуры и влажности воздуха (умеренных величин температуры и относительной влажности, высоких значений температуры и влажности, и ещё более высокой температуры, но пониженной влажности), а также в периоде восстановления оценивали изменение функционального состояния и уровня теплового стресса. При влажной жаре отмечалась тенденция к более выраженному нарастанию физиологического напряжения, однако разница в реакциях на нагрузку при высокой температуре, но разной влажности была недостоверна ( $p > 0,5$ ). По отношению к функциональным показателям при нагрузке в условиях умеренной температуры и влажности реакции при влажной жаре были достоверно более выраженными ( $p < 0,5$ ).

Лучшее понимание регуляции температурно-го баланса организма при физических нагрузках

в различных условиях внешней среды, особенно на фоне глобального потепления, является важным для подбора более подходящих мест для рекреационных целей, тренировок и соревнований спортсменов [7].

### Высокая солнечная радиация как фактор риска

Тренировки и соревнования на открытом воздухе обычно проводятся утром и днём в часы пиковых значений ультрафиолетовой радиации (УФР), между 10 и 16 часами, что в жаркий сезон усугубляет риск развития нарушения функционального состояния и здоровья спортсменов [30]. Известно, что малые дозы УФР полезны для организма, способствуют выработке витамина D, защищающего кожу от развития рака, однако интенсивная УФР, особенно повторяющаяся, накопительная её экспозиция ассоциируется с развитием меланомы и других видов рака кожи [21]. Число таких случаев за последние 40 лет удваивается каждые 7–8 лет [10]. В обзоре S. Jinna и B. V. Adams [16] отмечается, что высокие дозы УФ облучения кожи приводят к повреждению ДНК реактивными формами кислорода, что вызывает мутации кератиноцитов и меланоцитов, увеличение локальной выработки факторов роста и повреждение иммунной функции кожи. Кумулятивный эффект способствует развитию меланомы, а позже – базально-клеточной карциномы. Многие авторы подчёркивают, что в молодом возрасте, до 21 года, тотальная экспозиция УФР у спортсменов больше, и меланома развивается чаще. Для большинства спортсменов, проводящих много времени вне помещений, особенно в часы пиковой УФР, режим утренних и дневных тренировок и соревнований начинается в детстве. Национальная спортивная ассоциация командных видов спорта США выявила, что по 14-и проанализированным видам спорта тренировки на открытом воздухе проводятся по 4 часа в день в течение 10 месяцев в год. Это эквивалентно примерно 1000 часам экспозиции солнечной радиации ежегодно, что приводит к солнечным ожогам разной тяжести. Тяжёлые солнечные ожоги в детстве и подростковом периоде играют значительную роль в развитии меланомы у взрослых. УФР является причиной солнечных ожогов при занятиях спортом без защиты одеждой большей поверхности тела. В неблагоприятных условиях в отношении этого ФР находятся спортсмены, для которых установлен дресс-код, традиционно предполагающий открытую одежду, или одевающихся так, чтобы она не мешала движениям.

Другие факторы, предрасполагающие к УФР-повреждениям, это жара и физическое напряжение при спортивной активности, вызывающие сильное потоотделение. При этом повышается фоточувствительность кожи и увеличивается риск солнечных ожогов, так как значительно уменьшается минимальная эритемная доза, причём размеры эритемы быстро увеличиваются в течение 24 часов после экспозиции УФР. Так, например, 15-минутный бег трусцой в период с 10 до 16 часов приводит к негативному эффекту уменьшения минимальной эритемной дозы в среднем на 17,2%, а у некоторых спортсменов – более чем на 40%! Фотосенсибилизирующий эффект исчезает при сухой коже только через 20 мин. Начальная эритема кожи проявляется обычно через 3–5 часов экспозиции УФР, а в середине дня у некоторых индивидов со светлой кожей – в течение 15–30 мин, достигает максимальной тяжести в течение 12–24 часа после воздействия, а в последующие 72 часа постепенно исчезает. Естественно, болевые ощущения от пораженной кожи и даже повышающаяся при этом температура тела значительно снижают результативность тренировок и соревнований.

Добавляет риск и высота местности, где проходят тренировки и соревнования, над уровнем моря [16]. Солнечные ожоги незащищённой специальными средствами кожи у горнолыжников развиваются очень быстро, минимальная эритема может проявиться уже через 6 минут тренировок на высоте около 3000 м. Большой риск получения чрезмерных доз УФР на высоте по сравнению с равнинными условиями обусловлен меньшими возможностями рассеивания радиации. В частности, регрессионная модель экспозиции УФР на высоте выявила повышение интенсивности облучения на 8–10% на каждые 350 м подъёма. Отражение УФ лучей от поверхности снежного покрова в среднем составляет 50–60%, но может достигать и 100%, по сравнению с 10% от песка (пляжный волейбол, футбол) и 2–3% от травы (травяные корты, футбольные/хоккейные поля).

Водные виды спорта также являются фактором риска повреждения кожи УФР, так как от поверхности воды отражаются УФ-лучи, дополнительно воздействующие на открытые участки тела и глаза. Пловцы, даже использующие солнцезащитные кремы, получают больше УФР, чем спортсмены наземных видов спорта, также защищенные кремом. Этот результат подвергается сомнению – предполагается, что применявшийся крем был неводостойким, и его защитные свойства падали уже после двух погружений в воду. Отметим, что УФР проникает через воду и достигает пловцов даже при полном

их погружении, причём УФ-А лучи проникают глубже, чем УФ-В излучение.

Таким образом, спортсмены подвержены УФ облучению не только «от неба», но и от поверхности земли и воды, причём доза УФР зависит от вида спорта. Однако многие авторы отмечают, что средства защиты от УФР в спорте применяются редко. Так, в одном из проанализированных S. Jinna и B. B. Adams [16] исследований показано, что 85% футболистов или велогонщиков не использовали крем в предыдущие 7 солнечных дней, а из 274 спортсменов командных видов спорта только 11% применяли крем более 75% времени нахождения на солнце во время тренировок и соревнований. Следовательно, риск негативных эффектов УФР на здоровье в первую очередь зависит от мотивации к защитному поведению самих спортсменов.

#### **Обеспечение безопасности спортсменов при неблагоприятных погодноклиматических условиях во время тренировок и соревнований**

Для обеспечения безопасности спортивной активности при неблагоприятных условиях внешней среды большое значение имеет своевременное ознакомление с официальным прогнозом погоды, предупреждающим о возможности экстремальных погодных явлений, участвовавших в последнее время. Поэтому этот пункт в современных рекомендациях значится первым в ряду мероприятий по защите здоровья спортсменов [7, 32]. Знание прогноза погоды на период, например, крупных соревнований или туристических походов поможет подготовить спортсменов к возможным неблагоприятным условиям и внезапным погодным эксцессам и предусмотреть обоснованные стратегии защиты. Заметим, однако, что длительные прогнозы погоды не всегда достоверны.

Хотя на участников соревнований на открытом воздухе могут также негативно воздействовать сильный дождь, ветер и другие факторы, влияние жары особенно тяжело переносится спортсменами, особенно приехавшими на тренировочные сборы или соревнования из регионов с умеренным и прохладным климатом.

Для оптимизации функционального состояния спортсменов при физических нагрузках в условиях жары и повышения в этих условиях эффективности тренировок и результатов соревнований следует сконцентрироваться на нескольких основных аспектах: наращивание физической подготовленности, что повышает общую устойчивость организма к внешнесредовым воздействиям, акклиматиза-

ция к жаре, гидратация организма и охлаждающие стратегии [29].

Роль адекватной гидратации организма и развитие при её низком уровне термального стресса во время, например, теннисных матчей продемонстрированы в работе М. F. Vergeron [3]. Этот автор рекомендует уделять наибольшее внимание методам защиты от неблагоприятных факторов внешней среды при тренировках и соревнованиях юниоров [2]. Добавим, что это актуально и для спортсменов с ограниченными возможностями.

#### **Наращивание физической подготовленности.**

В аспекте развития кардиореспираторной работоспособности спортсменов, например, бегунов (стайеров), в межсоревновательный период рекомендуются интенсивные тренировки на уровне 70–80% от максимальной ЧСС 2–3 раза в неделю по 30–45 мин. Следует иметь в виду, что снижение интенсивности нагрузки при тренировках в жару приводит к ограничению лимита тепловой адаптации [36]. Установлено также, что аэробная тренированность является важной детерминантой успешности терморегуляции при высокой температуре воздуха вследствие лучшего рассеивания тепла от поверхности тела и более высокой у таких спортсменов толерантности к нагрузкам в жару [22].

Превентивные контрмеры, предупреждающие перегревание, включают **охлаждение и предохлаждение**, внутреннее (холодные напитки, в основном, вода) и внешнее (коллективное, с осторожным – без сквозняков – использованием вентиляторов, кондиционеров), а также индивидуальное (охлаждающие жилеты, холодные полотенца, погружение в прохладную воду) [24]. Установлено, что предохлаждение может играть позитивную роль при продолжительных индивидуальных соревнованиях, тогда как при командных видах спорта спортсмены могут пользоваться охлаждающими средствами и в перерывах в игре, или при заменах участников [6]. Однако предохлаждение не советуют использовать для спринтеров и спортсменов «взрывных» видов спорта, так как оно может снизить температуру мышц и ухудшить их производительность, уменьшить концентрацию в них энергии и её высвобождение (например, при прыжках, бросках и т.п.), а также спровоцировать судороги. Охлаждающие жилеты считаются действенным средством, но в наши дни для выявления наиболее эффективного метода охлаждения тела при физических нагрузках в жару рекомендуется проведение дополнительных исследований [32].

**Акклиматизация к жаре** – самое важное мероприятие, способное снизить физиологическое напряжение организма и повысить произ-

водительность спортивной активности. Тепловая акклиматизация улучшает термальный комфорт и повышает аэробную работоспособность в условиях жары. Эффекты тепловой акклиматизации включают нарастание потоотделения, реакции кожного кровотока, увеличение объёма плазмы крови, повышение кардиоваскулярной стабильности (поддержание АД и сердечного выброса) и сохранение водно-солевого баланса [28, 31, 35]. Однако роль увеличения объёма плазмы крови дискутируется, так как показано, что искусственное его повышение не влияет на физическую работоспособность при жаре [31, 33]. В связи с тем, что процесс акклиматизации к жаре имеет индивидуальные особенности, за месяц до соревнований рекомендуют проводить пробную акклиматизацию для выявления возможной скорости адаптации к внешним условиям [33].

Тренировки в период акклиматизации рекомендуется проводить через день по 60–90 мин в условиях высокой температуры воздуха, чтобы вызвать не только обильное потоотделение, но и повышение температуры ядра тела более чем на 1 °С в течение 1–2 недель [19]. Даже краткосрочная акклиматизация к жаре в условиях тренировочного лагеря для спортсменов игровых видов спорта, в том числе футболистов, даёт хорошие результаты в её процессе как перед сезоном, так и в сезон, при меньших физиологических затратах повышается физическая работоспособность [8]. Хороший адаптивный эффект дают повторяющиеся тренировки по 100 мин, причём индивидуальные реакции являются предикторами результативности футбольного матча в целом [33].

В наибольшей мере адаптация спортсменов к высокой температуре воздуха развивается в течение первой недели реализации программы акклиматизации и продолжается более медленно в последующие 2 недели. Чаще всего хорошо тренированным спортсменам требуется для акклиматизации несколько дней, но для достижения оптимальной спортивной формы может потребоваться до 2 недель [17, 32]. Идеально, если акклиматизационные тренировки будут проходить в тех же условиях, что и предстоящие соревнования (табл. 3), причём спортсмены могут тренироваться по произвольной программе, а могут придерживаться своего регулярного режима тренировок [31, 33]. При невозможности проводить адаптационные тренировки в натуральных условиях (в англоязычной литературе этот процесс обозначают как *acclimatization*), то необходимо создавать искусственные условия для тренировок и адаптации к высокой внешней температуре (*acclimation*) [32].

Таблица 3. Последовательность этапов акклиматизации спортсменов при подготовке к соревнованиям в условиях жары

	Ожидаемый результат	Продолжительность сборов	Время проведения	Содержание	Условия внешней среды
Сборы в тренировочных лагерях перед сезоном и в сезон	Увеличение тренировочных нагрузок	1–2 недели	Перед сезоном и в сезон	Регулярные или дополнительные тренировки по 75–90 мин в день до увеличения температуры тела и профузного потоотделения	Натуральный или искусственный тепловой стресс
Подготовительные лагерные сборы	Оптимизация будущей ре-акклиматизации и повышение индивидуальной устойчивости к жаре	2 недели	В течение 1-го месяца перед соревнованиями	Регулярные или дополнительные тренировки, имитирующие соревнования и тестирование устойчивости к тепловому стрессу	Эквивалентные или более жёсткие, чем ожидаемые во время соревнований
Итоговые сборы перед соревнованиями	Оптимизация специализированной спортивной производительности в жару	1–2 недели в зависимости от результатов подготовительных сборов	Непосредственно перед соревнованиями	Предсоревновательные тренировки в зависимости от вида спорта	Аналогичные ожидаемым во время соревнований

Установлено, что тепловая акклиматизация с тренировками в условиях сухой жары улучшает физическую работоспособность и при влажной жаре, и наоборот. Учитывая такой сопряженный эффект для спортсменов, может быть полезным в конце тренировочной сессии по адаптации к сухой жаре добавлять тренировки в условиях влажной жары [28]. Несмотря на определённый трансфер между характеристиками внешней среды, к некоторым климатическим условиям тренировок и соревнований должна быть специфическая адаптация (пустыни, тропики). Поэтому и рекомендуется акклиматизация к таким внешним условиям, в которых будут проходить соревнования. Индивидуальная реакклиматизация происходит быстрее, чем при первом акклиматизационном периоде.

**Критерии прекращения тренировок и соревнований в жару.** Рядом исследователей подчёркивается трудность разработки универсальных запретительных критериев проведения соревнований в условиях высокой внешней температуры и в выборе организаторами момента для их прекращения при выраженном ухудшении метеорологических параметров и функционального состояния спортсменов. Это в дополнение к внешним условиям зависит от многих факторов, в том числе, от возраста участников соревнований, уровня тепловой акклиматизации, качества спортивной одежды и других. Но прежде всего, – какие температурные условия длительных тренировок и соревнований опасны для здоровья спортсменов. Объективной причиной прекращения соревнований является продолжающееся повышение температуры ядра тела выше 40 °С, вплоть до 42 °С, так

как тепловая нагрузка внешней среды слишком велика, и равновесное состояние терморегуляции не может быть достигнуто, что подвергает организм спортсменов риску гипертермии, теплового удара и мульти-органной недостаточности. Однако ориентировка только на температуру воздуха недостаточна для более точной оценки теплового стресса. Для этой цели лучше использовать индексы теплового стресса, включающие сочетание минимум двух метеопараметров [5], например, температуры и относительной влажности воздуха. Следует учитывать также, что часто используемые показатели влажного термометра занижают оценку температурного риска [32].

Во время турнира Australian Open 2014 был принят предел температуры воздуха >40 °С, а по влажному термометру >32,5 °С, при этом учитывались не только спортсмены, но и зрители, длительно находящиеся в таких же погодных условиях, особенно на освещаемых солнцем трибунах [18]. Однако, некоторые матчи продолжали проводиться и при температуре воздуха около 44 °С, что вызвало волну критики в адрес организаторов и медицинской службы турнира, так как решение прекращать матчи при установленном верхнем пределе температуры было отдано на усмотрение рефери, и спортсмены оказались не в полной безопасности в экстремальной температурной ситуации.

Международная федерация волейбола отмечает, что существующие рекомендации по тренировкам и соревнованиям в жару, например, Американского колледжа спортивной медицины, являются чрезмерно консервативными, чтобы было возможным принять обоснованное решение



прекращать, или продолжать соревнования профессионалов по пляжному волейболу при нарастающей жаре [1].

Ряд исследователей подчёркивает, что при проведении спортивных мероприятий в жару рекомендуется применять превентивные контрмеры – более частые перерывы, более долгие периоды восстановления, доступность охлаждающих средств, обеспечение спортивных площадок и кортов навесами, зонтиками от солнца и т.п. [24]. Например, при теннисных матчах, начиная с температуры воздуха в 30,1 °С, для женщин, юниоров и пожилых спортсменов между 2-м и 3-м сетами должны быть предусмотрены 10-минутные перерывы, а для людей с ограниченными возможностями – 15-минутные. Эти перерывы, когда спортсмен находится в тени, способствуют, например, снижению температуры ядра тела у профессиональных теннисисток на 0,25 °С [37]. Организаторы должны обращать особое внимание на начинающих спортсменов, а при массовых мероприятиях (например, спортивная ходьба, марафон, велотуры и др.) – и на любителей физической культуры, в том числе, подвергающихся рискам, связанными с очень жаркой погодой летом или внесезонными наплывами жары.

**Для предупреждения дегидратации** за 2–3 часа до тренировки или соревнования спортсменам рекомендуется выпивать по 6 мл жидкости на каждый кг МТ. Однако в литературе идёт обсуждение – надо ли спортсменам следовать этим рекомендациям, или просто пить при появлении чувства жажды [26, 39]. Достигнут консенсус, что потребление спортсменом жидкости зависит от обстоятельств, включая специфику тренировок/соревнований. Так, питьё только при жажде – неподходящий приём при выраженной дегидратации, например, для триатлонистов. В подобных случаях дефицит воды в организме может достигать 2–3% массы тела [9]. Для того чтобы уменьшить физиоло-

гическое напряжение и сохранить работоспособность, спортсменам рекомендуется ограничивать практикующееся снижение МТ перед соревнованиями (не более, чем на 2 кг). Потеря натрия и углеводов также должна быть восполнена жидкостью, содержащей 0,5–0,7 г/л натрия, а при часто развивающихся судорогах – до 1,5 г/л. Важность предупреждения нарушения водно-солевого баланса в жару и развития гипонатриемии при физических нагрузках, особенно у марафонцев, демонстрируют, в частности, разработанные при участии 17 международных экспертов меры противодействия потере натрия организмом спортсменов [14]. Через 1 час после физических нагрузок должна подключаться регидратация, заключающаяся в потреблении большего количества жидкости с пищей.

Во время соревнований может развиваться не только дегидратация, но и гипергидратация организма спортсменов. Если быстро бегущие марафонцы не употребляют много жидкости во время бега, и у них к концу дистанции развивается дегидратация, то многие медленнее бегущие спортсмены чаще пьют предлагаемые организаторами напитки, и у них нередко развивается гипергидратация с риском «водной интоксикации» (гипонатриемии) [40]. Так что для профилактики этих состояний спортсменам следует соблюдать режим необходимого употребления воды на протяжении всей дистанции спортивной ходьбы, марафона или велотура. Все эти превентивные мероприятия могут уменьшить риск вызванных жарой нарушений здоровья и работоспособности спортсменов [35].

В таблицах 1 (представлена выше), 3 и 4 обобщены риски занятий спортом при высокой внешней температуре и рекомендации по проведению тренировок и соревнований в условиях жары, этапы и содержание акклиматизации на каждом её этапе, а также действия по защите от метеорисков, разработанные исследователями из 20-и Центров 13-и стран [7, 32].

**Таблица 4. Рекомендации по обеспечению защиты спортсменов от нарушения здоровья и ухудшения их функционального состояния при соревнованиях в жару**

°С (влажный термометр)	Спортивная организация	Характеристика спортсменов	Рекомендации
32,3	ACSM	Акклиматизированные, физически подготовленные индивиды с низким риском	Отложить соревнования
32,2	ITF	Теннисисты- юниоры и спортсмены с ограниченными возможностями	Немедленное прекращение игры
32,2	WTA	Теннисистки	Немедленное прекращение игры
32,0	FIFA	Футболисты	Дополнительные перерывы в матче от 30 мин до 75 мин для охлаждения
30,1	ACSM	Неакклиматизированные, физически неподготовленные индивиды с высоким риском	Отстранение таких спортсменов от соревнований

°С (влажный термометр)	Спортивная организация	Характеристика спортсменов	Рекомендации
30,1	ITF-WTA	Теннисисты- юниоры и женщины	10-минутный перерыв в матче между 2-м и 3-м сетами
30,1	ITF	Теннисисты с ограниченными возможностями	Отстранение от соревнований к концу сета
28,0	ITF	Теннисисты с ограниченными возможностями	15-минутный перерыв в матче между 2-м и 3-м сетами
28,0	Australian Open	Теннисисты	10-минутный перерыв в матче между 2-м и 3-м сетами
21,0	Marathon in northern latitudes	Бегуны, участвующие в массовых забегах на длинные дистанции	Отмена / прекращение марафона

С учётом метеоусловий при жаркой ( $>30^{\circ}\text{C}$ ) и влажной погоде (с относительной влажностью  $\geq 80\%$ ) тренировки и соревнования предпочтительнее начинать в прохладное время дня (рано утром) и предусматривать 3–6-часовую продолжительность восстановительного периода между повторными тренировками и этапами соревнований. Пока не будет достигнута акклиматизация к жаре (которая проявляется потоотделением и реакцией кожных сосудов, увеличением объёма плазмы крови и улучшением функций ССС), следует избегать физического напряжения, близкого к максимальному. После завершения акклиматизации становится возможным успешно поддерживать высокоинтенсивные длительные нагрузки. На практике акклиматизация требует постепенного наращивания продолжительности и интенсивности спортивной активности в течение первых 3–5 дней воздействия жары с контролем ЧСС нагрузки, которая является наиболее точным показателем её интенсивности. Одобряется не лимитированное употребление жидкости, хотя рекомендации по гидратации организма спортсменов в жару ещё не полностью согласованы [9]. Для снижения теплопродукции при физической активности разные спортивные организации рекомендуют более частые и более длительные перерывы, укороченные периоды нагрузок на тренировках, а при высоком внешнесредовом риске следует прерывать соревнования и отстранять от них неподготовленных спортсменов (табл. 4).

### **Защита от повышенной УФР**

При частом и длительном воздействии на глаза УФР даже у молодых людей может

развиться поражение сетчатой и сосудистой оболочек глаз по типу возрастной дегенерации макулы, приводящей к повреждению центрального зрения и постепенно – к слепоте у пожилых и ста-

рых людей. Поэтому защита глаз от УФР является важной для сохранения нормального зрения и эффективности спортивной деятельности. Простыми, всем известными превентивными средствами являются качественные солнцезащитные очки, а также кепки с козырьками, защищающими глаза от прямого попадания в них солнечных лучей. Однако если они разрешены, например, для триатлонистов, велосипедистов, ходоков и марафонцев, то в некоторых видах спорта, как хоккей на траве или футбол, кепки и солнцезащитные очки во время игр запрещены (в основном с позиции предупреждения травм). Солнцезащитный крем для кожи также используется недостаточно [16], а нередко тоже официально запрещён. Препятствиями к использованию защитных средств могут быть правила соревнований, малая доступность качественных солнцезащитных кремов, незнание их превентивной эффективности, особенно с индексом защиты 15–30+ и более, а также недостаточная информация спортсменов о поведении, снижающем риски неблагоприятной погоды. Полезной превентивной инициативой считаются ежегодные консультации дерматолога по профилактике солнечных ожогов перед началом нового сезона спортивной активности [7]. Интересный опыт накапливается в спортивных школах лыжников и сноубордистов в Северо-Западной Америке по обучению юных спортсменов методам защиты от негативного воздействия солнечной радиации [38]. По-видимому, образовательный компонент по способам индивидуальной безопасности при занятиях спортом вне помещений в неблагоприятных погодных-климатических условиях было бы целесообразно ввести в программы школ, готовящих спортсменов по всем видам спорта, предусматривающих тренировки и соревнования на открытом воздухе.

В заключение отметим, что в связи с тем, что неблагоприятные изменения климата и погоды

на нашей планете продолжают, и прогнозируется их усугубление, приведенные рекомендации являются рекомендациями сегодняшнего дня, и необходим дальнейший поиск путей адаптации к погодно-климатическим условиям и стратегий защиты от повреждающего их воздействия на здоровье спортсменов.

### Литература

1. Bahr R., Reeser J. C. New guidelines are needed to manage heat stress in elite sports – The federation international de volleyball (FIVB) heat stress monitoring programme // *Br. J. Sports Med.* 2012. Vol. 46. P. 805–809.
2. Bergeron M. F. (Editorial). Training and competing in the heat in young sports: no sweat? // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. P. 837–839.
3. Bergeron M. F. Hydration and thermal strain during tennis in the heat // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48. i12–i17.
4. Binkley H. M., Beckett J., Casa D. J., et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional Heat Illnesses // *J. Athl. Train.* 2002. Vol. 37. N 3. P. 329–343.
5. Blazejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., et al. Comparison of UTCI to selected thermal indices // *Int. J. Biometeorol.* 2012. Vol. 56. P. 515–535.
6. Bongers C. C., Thijssen D. N., Webrejer M. T., et al. Pre-cooling and percooling (cooling during exercise) both improve performance in the heat: a meta-analysis review // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 377–384.
7. Brocherie F., Girard O., Millet G. P. Emerging environmental and weather challenges in outdoor sports // *Climate.* 2015. Vol. 3. P. 492–521.
8. Chalmers S., Esterman A., Eston R., et al. Short-term heat acclimation improves physical performance: a systematic review, and exploration of physiological adaptations and application for team sports // *Sports Med.* 2014. Vol. 44. P. 971–988.
9. Cotter J. D., Thornton S. N., Lee J. K., Laursen P. B. Are we being drowned in hydration advice? Thirsty for more? // *Extrem. Physiol. Med.* 2014. Vol. 3.
10. Ferlay J., Soerjomataram I., Ervik M., et al. Cancer incidence and mortality worldwide // <http://globocan.iarc.fr>. 2 July 2015.
11. Girard O., Christian R. J., Racinais S., Périard J. D. Heat stress does not exacerbate tennis-induced alterations in physical performance // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48. i39–i44.
12. Hayes M., Castle P. C., Ross E. Z., Maxwell N. S. The influence of hot humid and hot dry environments on intermittent-sprint exercise performance // *Intern. J. Sports Physiol. and Performance.* May 2014. Vol. 9. P. 387–396.
13. Helou N. E.I., Tafflet M., Berthelot G., et al. Impact of environmental parameters on marathon running performance // *PLoS ONE.* May 23, 2012. Vol. 7. N 5. e37407 (10 p).
14. Hew-Butler T., Rosner M. H., Folkes-Godek S., et al. Statement of the 3<sup>rd</sup> International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, 2015 // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 1432–1446.
15. Høye E. U., Sandsund M., Reinertsen R. E. Sweet and heat production related to air humidity during exercise and inactive recovery – a laboratory study // *Extrem. Physiol. & Med.* 2015. Vol. 4 (Suppl. 1): A146.
16. Jinna S., Adams B. B. Ultraviolet radiation and the athlete: Risk, sun safety, and barriers to implementation of protective strategies // *Sport Med.* 2013. Vol. 43. P. 531–537.
17. Karlisen A., Mybo L., Norgaard S. I., et al. Time course of natural heat acclimatization in well-training cyclist during a 2-week training camp in the heat // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2015. Vol. 25 (Suppl. 1). P. 240–249.
18. Khan K. Australian Open – Hot tennis. To play or not to play? That is the question! // *BMJ Blog.* 18 Jan. 2014. 3 p.
19. Lorenzo S., Halliwill J. R., Sawka M. N., Minson C. T. Heat acclimation improves exercise performance // *J. Appl. Physiol.* 2010. Vol. 109. P. 1140–1147.
20. Maughan R. J., Otani H., Watson P. Influence of relative humidity on prolonged exercise capacity in a warm environment // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2012 Jun. Vol. 112. N 6. P. 2312–2321.
21. Moehrle M. Outdoor sports and skin cancer // *Clin. Dermatol.* 2008. Vol. 26. P. 12–15.
22. Mora-Rodríguez R. Influence of aerobic fitness on thermoregulation during exercise in the heat // *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2012. Vol. 40. N 2. P. 79–87.
23. Mountjoy M., Alonso J. M., Bergeron M. F., et al. Hyperthermic-related challenges in aquatics, athletics, football, tennis and triathlon // *Br. J. Sports Med.* 2012. Vol. 46. P. 800–804.
24. Nassiss G. P., Brito J., Dvorak J., et al. The association of environmental heat stress with performance: analysis of the 2014 FIFA World Cup Brasil // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 609–613.
25. Périard J. D. The impact of match-play tennis in a hot environment on indirect markers of oxidative stress and antioxidant status // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48. i159–163.
26. Périard J. D., Racinais S., Knez W. L., et al. Coping with heat stress during match-play tennis: does an individualized hydration regimen enhance performance and recovery? // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48 (Suppl. 1). P. 164–170.
27. Périard J. D., Racinais S., Knez W. L., et al. Thermal, physiological and perceptual strain alterations in match-play tennis under heat stress // *Br. J. Sports Med.* 2014. Vol. 48. i32–i38.
28. Périard J. D., Racinais S., Sawka M. N. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Application for competitive athletes and sports // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2015. Vol. 25 (Suppl. 1). P. 20–38.
29. Pluim B. M., Racinais S., Périard J. D. Blood, sweat and tears: training and competing in the heat // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 1161 (Editorial).
30. Racinais S. Different effects of heat exposure upon exercise performers in the morning and afternoon // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010. Vol. 20 (Suppl. 3). P. 80–89.
31. Racinais S., Buchheit M., Billsborough J., et al. Physiological and performance responses to a training camp in the heat in professional Australian football players // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* 2014. Vol. 9. P. 598–603.
32. Racinais S., Alonso J. M., Coutts J. M., et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 1164–1173.
33. Racinais S., Mohr M., Buchheit M., et al. Individual responses to short-term heat acclimatization as predictors of football performance in a hot, dry environment // *Br. J. Sports Med.* 2012. Vol. 46. P. 810–815.
34. Ross M., Abbiss C., Laursen P., et al. Precooling methods and their effects on athletic's performance: A system-

matic review and practical application // *Sports Med.* 2013. Vol. 43. P. 207–225.

35. *Sawka M. N., Leon L. R., Montain S. J., Sonna L. A.* Integrated physiological mechanisms of exercise performance, adaptation, and maladaptation to heat stress // *Comp. Physiol.* 2011. Vol. 1. P. 1883–1928.

36. *Taylor N. A. S.* Human heat adaptation // *Compr. Physiol.* 2014. Vol. 4. P. 325–365.

37. *Tippet M., Stofan J., Lacambra M., et al.* Core temperature and sweat responses in professional women's tennis players during tournament play in the heat // *J. Athletic Training.* 2011. Vol. 46. P. 55–60.

38. *Walkosz B., Voeks J., Andersen P., et al.* Randomized trial on sun safety education at ski and snowboard schools in Western North America // *Pediatr. Dermatol.* 2007. Vol. 24. P. 222–229.

39. *Wall B. A., Watson G., Peffer J. J., et al.* Current hydration guidelines are erroneous: dehydration does not impair exercise performance in the heat // *Br. J. Sports Med.* 2015. Vol. 49. N 18. P. 1077–1083.

40. *Zouhal H., Groussard C., Minter G., et al.* Inverse relationship between percentage body weight change and finishing time in 643 forty-two-kilometre marathon runners // *Br. J. Sports Med.* 2011. Vol. 45. P. 1101–1105.

Поступила 9.10.2015 г.