

## ПРОБЛЕМА ФИЗИЧЕСКОГО УТОМЛЕНИЯ В СПОРТЕ

**В.В. Корнякова<sup>1</sup>, В.А. Бадтиева<sup>2,3</sup>, М.Ю. Баландин<sup>2</sup>, И.В. Ашевиц<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Омский государственный медицинский университет Минздрава РФ, г. Омск, Россия,

<sup>2</sup>Филиал № 1 ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы, г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России, г. Москва, Россия

**Цель исследования.** Провести анализ отечественных и зарубежных литературных источников для актуализации данных о проявлении утомления и переутомления у спортсменов и поиска приоритетных маркеров для своевременной диагностики этих состояний. **Результаты.** Необходимо отметить, что в настоящее время нет единого подхода к определению состояния утомления. В исследованиях зарубежных авторов большое значение придается разграничению утомления на утомление вследствие превышения функциональных возможностей, способствующее формированию суперкомпенсации, и нефункциональное перенапряжение, ведущее к стойкому снижению работоспособности. Диагностические критерии распознавания этих состояний на сегодняшний день не определены. Это затрудняет коррекцию физических нагрузок, что может привести к возникновению перетренированности. Дифференциальные тесты для диагностики утомления и перетренированности также не разработаны. Существующая современная диагностика функциональной готовности спортсмена основывается на биохимических, физиологических, и психофизиологических методах. Большое значение придается субъективной оценке спортсменом своего состояния. Учитывая, что без утомления прирост тренированности невозможен, особую значимость приобретают дальнейшие исследования, углубляющие понимание механизмов его формирования, что позволит разрабатывать новые диагностические и восстановительные технологии. **Заключение.** Возрастающая интенсивность физических нагрузок в профессиональном спорте обуславливает возникновение у спортсменов утомления и переутомления, что снижает эффективность тренировочной деятельности. Надежных диагностических критериев и дифференциальных тестов для своевременного распознавания утомления, переутомления и перетренированности в настоящее время не разработано.

**Ключевые слова:** утомление, перетренированность, диагностика функциональных состояний, спортсмены.

**Введение.** Интенсивные нагрузки и недостаточное восстановление зачастую приводят к развитию утомления и снижению работоспособности у профессиональных спортсменов. В работе А. Алвани (2015) показано, что 41 % обследованных спортсменов высокой квалификации имеет признаки хронического утомления. На сегодняшний день, несмотря на многочисленные научные исследования, посвященные изучению вопроса физического утомления, своевременное распознавание этого состояния остается затруднительным. Предложено множество формулировок, пытающихся с достаточной точностью отразить понятие физического утомления, однако исследователи не пришли к единому мнению. Существующие средства диагностики этого состояния не являются исчерпывающими и переменными в зависимости от вида, направленности тренировочной деятельности,

индивидуальных и других факторов [11, 16, 20]. Всё это затрудняет разработку и применение средств коррекции и восстановительных мероприятий при утомлении. В настоящей работе представлены современные данные о проявлении физического утомления и методах его диагностики у профессиональных спортсменов.

**Утомление как функциональное состояние спортсмена.** Поиску причин возникновения утомления и максимально точного определения формулировки этого состояния уделялось много внимания отечественными и зарубежными авторами еще в прошлых столетиях. Обсуждались разные теории, объясняющие возникновение утомления с позиции развития метаболических сдвигов. Гуморально-локалистическая теория объясняла развитие утомления зарождением нарушений энергетического баланса в мышечной ткани, а

центрально-нервная теория – возникновением нарушений в нервных центрах, обеспечивающих выполнение определенной работы. На сегодняшний день факт возникновения торможения корковых нейронов при утомлении является общепризнанным, также как и возникновение нарушения вегетативного равновесия в работе нервной системы. Необходимо отметить, что ни одна из существующих теорий развития утомления не является исчерпывающей, что обусловлено многофакторностью формирования данного состояния [11, 12].

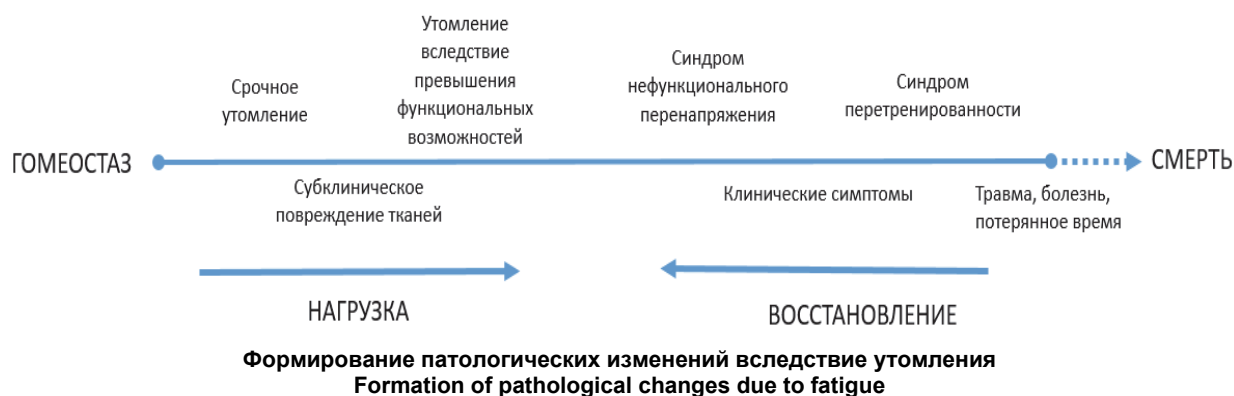
Существует несколько десятков формулировок понятия утомление, которое, являясь особым физиологическим состоянием, вовлекает в свое содержание психологический, социальный и ряд других факторов. В монографии В.А. Бодрова (2009) указывается, что утомление может быть вызвано разными видами трудовой деятельности, но в любом случае это состояние возникает после осуществления высокоинтенсивной работы и сопровождается возникновением чувства усталости, психологическими сдвигами и функциональными нарушениями.

В более современной интерпретации утомление рассматривается как функциональное состояние, возникающее вследствие напряженной деятельности и сопровождающееся временным уменьшением работоспособности, нарушением двигательных качеств и техники движений, изменениями в работе внутренних органов и дискоординацией взаимодействия систем. Утомление – это следствие снижения функциональных резервов какой-либо системы. Основным субъективным ощущением при физическом утомлении является чувство усталости. В ходе спортивных состязаний либо выполнения кратковременной интенсивной нагрузки наступает острое утомление, а при напряженной длительной мышечной деятель-

ности – хроническое, в последнем случае это состояние, как правило, сопровождается значительным нарушением восстановительных процессов, деятельности регуляторных механизмов и выраженным снижением работоспособности [17].

Вместе с тем утомление обладает защитными свойствами для организма, охраняя его от возникновения предпатологических и патологических изменений и нарушения гомеостаза, предупреждает истощение функциональных резервов. Только посредством утомления организм адаптируется к нагрузкам более высокой интенсивности [8].

В зарубежных научных изданиях при освещении вопросов, связанных с утомлением, рассматривают два понятия: утомление вследствие превышения функциональных возможностей – FOR (Functional overreaching) и синдром нефункционального перенапряжения – NFOR (Nonfunctional overreaching), возникающий при напряженной физической деятельности. Первое из названных состояний характеризуется возникновением усталости на фоне временного снижения работоспособности либо ее сохранения и оценивается как необходимое для формирования суперкомпенсации, что в свою очередь приводит к расширению функциональных возможностей организма спортсмена. Если при интенсивных нагрузках восстановительные процессы недостаточны, то это зачастую приводит к более стойкому снижению работоспособности. Спортсменам, испытывающим NFOR, требуется более длительный (до нескольких недель) восстановительный период. Если не использовать восстановительные средства и коррекцию физических нагрузок в ходе тренировочного процесса, у спортсмена может развиться перенапряжение физиологических систем, возникновение перетренированности (Overtraining syndrome – OTS) вследствие



срыва адаптации [14] (см. рисунок). Отмечается, что разница в длительности восстановительного периода между состоянием NFOR и OTS может составить более года [21].

**Определение функционального состояния спортсмена: признаки утомления, переутомления и перетренированности.** Проявление утомления при интенсивных физических нагрузках зависит от психофизиологических свойств, эмоциональной готовности спортсмена к выполнению заданной работы. Об утомлении свидетельствуют следующие признаки: снижение результативности спортивной деятельности, уменьшение силы и выносливости, стремление к уединению вне тренировочных занятий, раздражительность и обидчивость, неприятные сны, конфликтность, чувство неуверенности, потливость, одышка, нарушение координации и точности движений, снижение физиологических показателей: функциональных возможностей кислородтранспортной системы организма, показателей минутного объема дыхания и максимального потребления кислорода. При физическом утомлении изменения могут возникать не только со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной и нервной систем, но и пищеварительной, мочеполовой и других. Возможно возникновение нарушений ритма сердца, физиологически неадекватная реакция на нагрузку; снижаются показатели легочной вентиляции, повышается ЧСС, отмечаются изменения со стороны крови – уменьшается содержание гемоглобина, число эритроцитов и тромбоцитов. Установлено, что на подготовительном этапе тренировок с максимальной интенсивной физической нагрузкой у спортсменов регистрируется нарушение самочувствия и ухудшается переносимость тренировочных занятий [2, 18]. Также для утомления характерны: смена настроения, боль и ощущение онемения в мышцах, отсутствие желания продолжать работу.

Возникающее чувство усталости является защитной реакцией организма и отражением фазы компенсированного утомления, при которой спортсмен уже испытывает эмоциональное напряжение, но за счет волевых усилий еще может выполнять предложенный объем нагрузки и сохранять работоспособность, однако энергетическая стоимость выполняемой работы достаточно велика [6]. В случае истощения функциональных резервов утомление переходит в стадию некомпен-

сированного и работоспособность снижается еще более значимо.

Если напряженная работа продолжается длительное время или повторяется многократно, при условии развития недовосстановления возникает хроническое утомление, или переутомление. Доминирующей причиной развития этих состояний является нарушение гармоничного сочетания интенсивности тренировочных нагрузок и режима отдыха. Признаками хронического утомления можно назвать раздражительность, нарушения сна, нервозность, головную боль, симптомы вегетососудистой дистонии, повышение давления.

К субъективным признакам переутомления можно отнести ощущение усталости не только в процессе непосредственного выполнения нагрузок, но и в период между тренировочными занятиями и даже вне тренировочной деятельности. При переутомлении возникают нарушения сна, ухудшение самочувствия, смена настроения, боль в области печени или сердца, снижается масса тела, возникают потливость и одышка, нарушается внимание, имеют место нарушения техники. При выполнении функциональных проб регистрируют атипичные реакции, нередко спортсмен не завершает выполнение нагрузочного тестирования, удлиняется восстановительный период.

При перетренированности отмечается резкое снижение функционального состояния спортсмена, когда за счет возникших изменений в нервной системе идет рассогласование работы двигательного аппарата и эндокринной системы и ряда систем жизнеобеспечения; возникают невротический, кардиалгический, вегетативно-дистонический либо смешанный синдромы. К проявлениям невротического синдрома можно отнести нарушения сна, снижение аппетита и массы тела, появление фобий, эмоциональную неуравновешенность, вялость, нежелание тренироваться, снижение работоспособности. При кардиалгическом синдроме возникает боль в груди (в состоянии покоя или при нагрузке), чувство нехватки воздуха, одышка. Для вегетативно-дистонического синдрома характерны атипичная реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку, бледность кожных покровов, потливость, патологический дермографизм, тахикардия [7].

**Современные методы диагностики утомления.** Для диагностики утомления ис-

пользуют спектр биохимических, физиологических и психофизиологических методов [5, 11]. Известными и распространенными маркерами оценки функционального состояния спортсмена являются такие биохимические показатели, как содержание молочной кислоты, мочевины, общего белка, мочевой кислоты, креатинина, глюкозы, общего холестерина, холестерина липопротеидов высокой и низкой плотности, кортизола, тестостерона, активности ферментов аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, щелочной фосфатазы, креатинфосфокиназы, лактатдегидрогеназы. Интенсивные физические нагрузки могут сопровождаться нарушением баланса антиоксидантов и прооксидантов. По показателям антиоксидантной защиты можно судить о функциональной готовности спортсмена [9, 10, 15].

Утомление можно диагностировать по изменению параметров variability сердечного ритма. В работе Ye. Tian et al. (2013) предложены критерии прогнозирования состояния NFOR у женщин-борцов по параметрам variability ритма сердца, если их изменения длятся более двух недель. Специфическое изменение показателя ЧСС возникает при тестировании триатлонистов, тренирующихся на выносливость, что позволяет соотносить его, основываясь на результаты данных опросника психологического состояния этих спортсменов (POMS), с формированием состояния FOR. Однако только по изменению одного физиологического показателя нельзя достоверно судить о функциональном состоянии спортсмена, поэтому данные исследования подкреплены изменениями показателей максимального потребления кислорода, концентрации лактата в ходе нагрузочного тестирования, определением экскреции адреналина и норадреналина в плазме крови [22]. Признаками утомления у спортсменов-гребцов являются учащение пульса в положении лежа, симпатикотония, повышение в крови МВ КФК, ортостатическая вегетативная неустойчивость [3].

В диагностике утомления большое значение имеет оценка самочувствия спортсмена. Опрос по инструментам мониторинга усталости в спортивных состязаниях показал высокую интенсивность использования ASRM (Athlete self-report measures) – шкалы самооценки спортсменов, используемой в различных видах спорта. Известно использование

нескольких опросников, включая Profile of Athlete Mood States (POMS) – профиль настроения спортсмена, Daily Analysis of Life Demands of Athletes (DALDA) – ежедневный анализ жизненных потребностей спортсменов, Total Quality Recovery (TQR) – уровень восстановления и Recovery Stress Questionnaire for Athletes (REST-Q) – стресс-восстановления для спортсменов [19].

С учетом специфики учебно-тренировочного и соревновательного процессов, особенно в спорте высших достижений, необходим рациональный выбор методов диагностики функционального состояния спортсменов, максимально информативных, неинвазивных и интегральных, дающих возможность специалистам по медико-биологическому обеспечению спортсменов в максимально сжатые сроки получить наиболее достоверную информацию [4].

Вместе с тем необходимо отметить, что однозначных диагностических критериев распознавания утомления, переутомления и перетренированности на данное время не разработано. Это затруднительно еще и в связи с тем, что нет единого мнения в интерпретации этих понятий. Не найдено надежных дифференциальных маркеров вышеперечисленных состояний и за рубежом [13]. В ряде научных работ утверждается, что идентификация функционального состояния спортсменов, включая FOR, NFOR и OTS (перетренированность), может быть осуществлена только ретроспективно. Указывается лишь на единственное существенное различие между состоянием NFOR и OTS – это время, необходимое для восстановления работоспособности [21].

**Заключение.** Очевидно, что без утомления спортсмену невозможно достичь оптимальной функциональной готовности, обуславливающей достижение высокого спортивного результата. Однако нужно учитывать, что утомление может явиться причиной возникновения предпатологических состояний и патологических реакций организма, в частности, перенапряжения сердечно-сосудистой и других жизненно-важных систем или синдрома перетренированности, при котором снижение работоспособности может сохраняться в течение нескольких месяцев. В связи с этим детальное изучение вопросов механизма возникновения и развития физического утомления, методов его прогнозирования, диагностики и коррекции является актуальным [1].

Раскрытие этих вопросов позволит разработать соответствующие средства восстановления, что обеспечит максимальное сохранение функционального потенциала спортсмена и повысит эффективность тренировочной и результативность соревновательной деятельности в профессиональном спорте.

### Литература

1. Выходец, И.Т. Клинические рекомендации по диагностике и лечению общего и частных синдромов перенапряжения центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, иммунной системы и переутомления у спортсменов высокой квалификации / сост. И.Т. Выходец, М.Д. Дидур, А.С. Каргашина и др. // Клинические рекомендации / под ред. проф. В.В. Уйба. – М.: ФМБА России, 2018. – 94 с.
2. 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.
3. Иорданская, Ф.А. Функциональная подготовленность спортсменов академической гребли в процессе подготовки и отбора к ответственным соревнованиям / Ф.А. Иорданская, Т.Ф. Абрамова, Е.В. Бучина // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 4. – С. 25–29.
4. Ключников, С.О. Опыт использования медицинского программно-аппаратного комплекса «ESTECK System Complex» в спортивной медицине / С.О. Ключников, А.А. Вычик, С.В. Медведев, М.С. Ключников // Спортивная медицина: наука и практика. – 2015. – № 3. – С. 81–94.
5. Кулиненко, О.С. Биохимия в практике спорта / О.С. Кулиненко, И.А. Лашин. – М.: Спорт, 2019. – 184 с.
6. Кун, С. Развитие утомления и средства его компенсации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в гребле академической / С. Кун, А. Дьяченко // Наука в олимпийском спорте. – 2018. – № 1. – С. 18–27.
7. Макарова, Г.А. Факторы риска возникновения синдрома перетренированности у спортсменов / Г.А. Макарова, С.А. Локтев, Л.Н. Порубайко // Междунар. журнал эксперим. образования. – 2014. – № 4 (1). – С. 170–172.
8. Михайлова, А.В. Перенапряжение сердечно-сосудистой системы у спортсменов: моногр. / А.В. Михайлова, А.В. Смоленский. – М.: Спорт, 2019. – 122 с.
9. Окислительный стресс при занятиях физической культурой: методы диагностики и коррекции антиоксидантного статуса / Л.А. Калинин, Е.А. Стаценко, А.Г. Пономарева и др. // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 1. – С. 31–35.
10. Оценка функциональной надежности спортсменов по показателям обменных процессов организма / Р.С. Рахманов, С.А. Разгулин, Т.В. Блинова и др. // Вестник спортивной науки. – 2018. – № 1. – С. 44–48.
11. Роженцов, В.В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования / В.В. Роженцов, М.М. Полевищников. – М.: Совет. спорт, 2006. – 280 с.
12. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками / В.А. Бадтиева, В.И. Павлов, А.С. Шарыкин и др. // Рос. кардиол. журнал. – 2018. – № 23 (6). – С. 180–190.
13. Abiss, C.R. Is part of the mystery surrounding fatigue complicated by context? / C.R. Abiss, P.B. Laursen // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2007. – № 10. – P. 277–279.
14. Cardoos, N. Overtraining syndrome / N. Cardoos // Curr. Sports Med. Rep. 2015. – Vol. 14. – № 3. – P. 157–158.
15. Comparison of the Short-Term Oxidative Stress Response in National League Basketball and Soccer Adolescent Athletes / A. Perrea, I.S. Vlachos, L.-M., Korou et al. // Angiology. – 2014. – Vol. 65. – № 7. – P. 624–629.
16. Detection of Functional Overreaching in Endurance Athletes Using Proteomics / D.C. Nieman, A.J. Groen, A. Pugachev et al. // Proteomes. – 2018. – Vol. 6. – № 3. – P. 33.
17. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness / M. Schwellnus, T. Soligard, J.-M. Alonso et al. // Br. J. Sports Med. – 2016. – № 50. – P. 1043–1052. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096572
18. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition / A.J. Knicker, I. Renshaw, A.R. Oldham et al. Sports Medicine. – 2011. – Vol. 41. – № 4. – P. 307–328.

19. *Monitoring and Managing Fatigue in Basketball* / T. Edwards, T. Spiteri, B. Piggott, J. Bonhotal // *Sports (Basel)*. – 2018. – Vol. 6. – № 1. PMC5969183.

20. *Monitoring Physical and Cognitive Overload During a Training Camp in Professional Female Cyclists* / L. Decroix, M.F. Piacentini, G. Rietjens, R. Meeusen // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2016. – № 11 (7). – P. 933–999.

21. *Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus*

*statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine* / R. Meeusen, M. Duclos, C. Foster et al. // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2013. – № 45 (1). – P. 186–205.

22. *The Development of Functional Overreaching Is Associated with a Faster Heart Rate Recovery in Endurance Athletes* / A. Aubry, C. Hausswirth, J. Louis et al. // *PLoS ONE*. – 2015. – Vol. 10 (10). – e0139754. DOI: 10.1371/journal.pone.0139754

**Корнякова Вера Валерьевна**, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности, медицины катастроф, Омский государственный медицинский университет, 644099, г. Омск, ул. Ленина, 12. E-mail: [bbk\\_2007@inbox.ru](mailto:bbk_2007@inbox.ru), ORCID: 0000-0002-4820-039X.

**Бадтиева Виктория Асланбековна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующая, филиал № 1 ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы; профессор кафедры восстановительной медицины, реабилитации и курортологии, Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. 105120, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53, стр. 1. E-mail: [maratik2@yandex.ru](mailto:maratik2@yandex.ru), ORCID: 0000-0003-4291-679X.

**Баландин Михаил Юрьевич**, аспирант, филиал № 1 ГАУЗ Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения г. Москвы. 105120, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 53, стр. 1. E-mail: [balandinm87@gmail.com](mailto:balandinm87@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3137-9880.

**Ашвиц Иван Вячеславович**, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности, медицины катастроф, Омский государственный медицинский университет. 644099, г. Омск, ул. Ленина, 12. E-mail: [omon.omgma@gmail.com](mailto:omon.omgma@gmail.com), ORCID: 0000-0003-1929-5542.

Поступила в редакцию 15 октября 2019 г.

DOI: 10.14529/hsm190417

## PHYSICAL FATIGUE IN SPORTS

V.V. Kornyakova<sup>1</sup>, [bbk\\_2007@inbox.ru](mailto:bbk_2007@inbox.ru), ORCID: 0000-0002-4820-039X,  
V.A. Badtieva<sup>2,3</sup>, [maratik2@yandex.ru](mailto:maratik2@yandex.ru), ORCID: 0000-0003-4291-679X,  
M.Yu. Balandin<sup>2</sup>, [balandinm87@gmail.com](mailto:balandinm87@gmail.com), ORCID: 0000-0002-3137-9880,  
I.V. Ashvits<sup>1</sup>, [omon.omgma@gmail.com](mailto:omon.omgma@gmail.com), ORCID: 0000-0003-1929-5542

<sup>1</sup>Omsk State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Omsk, Russian Federation,

<sup>2</sup>Moscow Research and Practical Center for Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine (branch No. 1), Moscow Healthcare Department, Moscow, Russian Federation,

<sup>3</sup>I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health, Moscow, Russian Federation

**Aim.** The purpose of the article is to review domestic and foreign literature sources for obtaining the up-to-date data concerning fatigue and overfatigue in athletes and searching the priority markers for the up-to-date diagnosis of these conditions. **Results.** Currently there is no unified approach to the notion of “fatigue”. Many foreign researchers have attached importance to differentiating fatigue into: fatigue being the result of exceeding functional abilities, which contributes to supercompensation, and non-functional overfatigue leading to a consistent decrease

in work performance. At present, the diagnostic criteria for recognizing these conditions have not been determined. It makes difficult to correct physical loads that may result in possible overtraining. The differential tests for fatigue and overtraining diagnostics have not also been developed. The modern diagnostics of athletes' functional fitness is based on biochemical, physiological, and psychophysiological methods. The subjective self-assessment performed by an athlete has been considered as of great importance. It is impossible to increase physical activity without fatigue so the further investigations to extend understanding of fatigue formation mechanisms have become extremely urgent. It will help to develop new diagnostic and rehabilitation technologies. **Conclusion.** The increasing intensity of physical loads in professional sports results in fatigue and overfatigue that reduce training effectiveness. The reliable diagnostic criteria and differential tests for the timely recognition of fatigue, overfatigue and overtraining have not been developed yet.

**Keywords:** *fatigue, overtraining, diagnostics of functional conditions, athletes.*

### References

1. Vykhodets I.T., Didur M.D., Kargashina A.S., Lobov A.N. et al. *Klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu obshchego i chastnykh sindromov perenapryazheniya tsentral'noy nervnoy sistemy, serdechno-sosudistoy sistemy, oporno-dvigatel'nogo apparata, immunnoy sistemy i pereutomleniya u sportsmenov vysokoy kvalifikatsii* [Clinical Recommendations for the Diagnosis and Treatment of General and Particular Syndromes of Central Nervous System, Cardiovascular System, Musculoskeletal System, Immune System and Fatigue in Highly Qualified Athletes]. Moscow, 2018. 94 p.
2. Iordanskaya F.A. [Disturbances of Urgent Adaptation Indicators in the Process of Stressed Training Work in Elite Athletes and Means of Their Prevention]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Sports Science Bulletin], 2018, no. 3. pp. 35–40. (in Russ.)
3. Iordanskaya F.A., Abramova T.F., Buchina E.V. [Functional Fitness of the Academic Rowing Athletes in the Process of Preparation and Selection to Major Competitions]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Sports Science Bulletin], 2018, no. 4, pp. 25–29. (in Russ.)
4. Klyuchnikov S.O., Vychik A.A., Medvedev S.V., Klyuchnikov M.S. [The Use of Medical Hardware-Software Complex “ESTECK System Complex” in Sports Medicine]. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika* [Sports Medicine. Research and Practice], 2015, no. 3, pp. 81–94. (in Russ.) DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2015.3.81
5. Kulinenko O.S., Lashin I.A. *Biokhimiya v praktike sporta* [Biochemistry in the Practice of Sports]. Moscow, Sport Publ., 2019. 184 p.
6. Kun C., D'yachenko A. [Development of Fatigue and Means to Compensate for it in the Course of Training and Competitive Activity of Rower Athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic sports], 2018, no. 1, pp. 18–27. (in Russ.)
7. Makarova G.A., Loktev S.A., Porubayko L.N. [Risk Factors for Overtraining Syndrome in Athletes]. *Mezhdunarodnyy zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya* [International Journal of Experimental Education], 2014, no. 4 (1), pp. 170–172. (in Russ.)
8. Mikhaylova A.V., Smolenskiy A.V. *Perenapryazheniye serdechno-sosudistoy sistemy u sportsmenov: monografiya* [Overstrain of the Cardiovascular System in Athletes. Monograph]. Moscow, Sport Publ., 2019. 122 p.
9. Kalinkin L.A., Statsenko E.A., Ponomareva A.G. et al. [Oxidative Stress While Physical Activity. Methods of Evaluation and Correction of Antioxidant Status]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Sports Science Bulletin], 2014, no. 1, pp. 31–35. (in Russ.)
10. Rakhmanov R.S., Razgulin S.A., Blinova T.V. et al. [Evaluation of Functional Reliability of Sportsmen According to Indices of Metabolic Processes in Human Organism]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Sports Science Bulletin], 2018, no. 1, pp. 44–48. (in Russ.)
11. Rozhentsov V.V., Polevshnikov M.M. *Utomleniye pri zanyatiyakh fizicheskoy kul'turoy i sportom: problemy, metody issledovaniya* [Fatigue in Physical Culture and Sports. Problems, Research Methods]. Moscow, Soviet Sport Publ., 2006. 280 p.
12. Badtieva V.A., Pavlov V.I., Sharykin A.S. et al. [An Overtraining Syndrome as Functional Cardiovascular Disorder due to Physical Overload]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2018, no. 23 (6), pp. 180–190. (in Russ.) DOI: 10.15829/1560-4071-2018-6-180-190

13. Abiss C.R., Laursen P.B. Is Part of the Mystery Surrounding Fatigue Complicated by Context? *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2007, no. 10, pp. 277–279. DOI: 10.1016/j.jsams.2006.07.015
14. Cardoos N. Overtraining Syndrome. *Curr. Sports Med. Rep.*, 2015, vol. 14, no. 3, pp. 157–158. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000145
15. Perrea A., Vlachos I.S., Korou L.-M. et al. Comparison of the Short-Term Oxidative Stress Response in National League Basketball and Soccer Adolescent Athletes. *Angiology*, 2014, vol. 65, no. 7, pp. 624–629. DOI: 10.1177/0003319713497991
16. Nieman D.C., Groen A.J., Pugachev A. et al. Detection of Functional Overreaching in Endurance Athletes Using Proteomics. *Proteomes*, 2018, vol. 6, no. 3, p. 33. DOI: 10.3390/proteomes6030033
17. Schwellnus M., Soligard T., Alonso J.-M. et al. How Much is Too Much? (Part 2) International Olympic Committee Consensus Statement on Load in Sport and Risk of Illness. *Br. J. Sports Med.*, 2016, no. 50, pp. 1043–1052. DOI: 10.1136/bjsports-2016-096572
18. Knicker A.J., Renshaw I., Oldham A.R. et al. Interactive Processes Link the Multiple Symptoms of Fatigue in Sport Competition. *Sports Medicine*, 2011, vol. 41, no. 4, pp. 307–328. DOI: 10.2165/11586070-000000000-00000
19. Edwards T., Spiteri T., Piggott B. et al. Monitoring and Managing Fatigue in Basketball. *Sports (Basel)*, 2018, vol. 6, no. 1. PMC5969183. DOI: 10.3390/sports6010019
20. Decroix L., Piacentini M.F., Rietjens G. et al. Monitoring Physical and Cognitive Overload During a Training Camp in Professional Female Cyclists. *Int. J. Sports Physiol. Perform.*, 2016, no. 11 (7), pp. 933–999. DOI: 10.1123/ijsp.2015-0570
21. Meeusen R., Duclos M., Foster C. et al. Prevention, Diagnosis and Treatment of the Overtraining Syndrome: Joint Consensus Statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 2013, no. 13 (1), pp. 1–24. DOI: 10.1080/17461391.2012.730061
22. Aubry A., Hausswirth C., Louis J. et al. The Development of Functional Overreaching Is Associated with a Faster Heart Rate Recovery in Endurance Athletes. *PLoS ONE*, 2015, vol. 10 (10), e0139754. DOI: 10.1371/journal.pone.0139754

Received 15 October 2019

---

**ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ**

Проблема физического утомления в спорте / В.В. Корнякова, В.А. Бадтиева, М.Ю. Баландин, И.В. Ашвиц // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 142–149. DOI: 10.14529/hsm190417

**FOR CITATION**

Korniyakova V.V., Badiyeva V.A., Balandin M.Yu., Ashvits I.V. Physical Fatigue in Sports. *Human. Sport. Medicine*, 2019, vol. 19, no. 4, pp. 142–149. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190417

---