

<https://doi.org/10.47183/mes.2026-549>

УДК 796.015.68



МАРКЕРЫ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ СПОРТСМЕНОВ: СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР И ОЦЕНКА СОГЛАСОВАННОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ф.А. Мавлиев^{1✉}, А.Ш. Абдрахманова², В.Р. Карфик¹, Т.В. Сабилов¹, Ф.Р. Зотова^{1,3}

¹ Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

² Республиканская спортивная школа олимпийского резерва по фехтованию, Казань, Россия

³ Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

Введение. Состояние перетренированности у спортсменов представляет собой дезадаптацию функциональных систем организма, следствием которой является снижение работоспособности. Отсутствие единой методики оценки перетренированности и однозначных маркеров для его определения приводит к противоречивости результатов исследований, что обуславливает необходимость разработки надежных и валидных методов и маркеров диагностики данного состояния.

Цель. Оценка согласованности результатов исследований маркеров перетренированности спортсменов.

Методы. Проведен систематический обзор 1976 публикаций, из которых было отобрано 22 полнотекстовых исследования за 2006–2026 гг. с помощью поисковой системы Google Scholar, а также в библиографических базах PubMed/MEDLINE, РИНЦ/eLIBRARY, КиберЛенинка. Синтез данных был выполнен по методике «синтез без метаанализа» (SWim) с использованием метода подсчета голосов (Vote Counting) и графиков направления эффекта (Effect Direction Plot). Риск систематической ошибки оценивали по шкале Risk Of Bias In Non-randomized Studies — of Interventions (ROBINS-I). Достоверность доказательств оценивали по методологии GRADE.

Результаты. Проанализировано 30 маркеров, сгруппированных в 5 групп: биохимические и эндокринные, физиологические, психометрические и субъективные, морфологические, молекулярно-генетические и иммунологические маркеры. Полная согласованность (100%) отмечена для психометрических и субъективных шкал (опросник профиля состояний настроения (POMS) — 6 из 6 исследований, опросник восстановления-стресса для спортсменов (RESTQ-Sport) — 3 из 3 исследований, показатель воспринимаемого напряжения (RPE) — 3 из 3 исследований). Согласованность ряда маркеров была достигнута только по одному исследованию ($n = 1$ для 11 маркеров из 30) либо в рамках одного исследовательского проекта (проект EROS, $n = 3$ для показателей «скелетно-жировая масса» и «базальный метаболизм», $n = 2$ для показателя «нейтрофилы/лимфоциты»), что снижает возможность обобщения выводов. Изолированные маркеры продемонстрировали меньшую согласованность по сравнению с комбинированными индексами: кортизол — 4 из 9 исследований (44,4%), креатинфосфокиназа — 3 из 4 (75%), тестостерон — 5 из 8 (62,5%), лактат при нагрузке — 3 из 4 (75%), максимальное потребление кислорода — 1 из 3 (33,3%). Среди комбинированных индексов наибольшую согласованность показали: индекс анаболизма — 4 из 5 (80%) и отношение частоты сердечных сокращений к уровню лактата ($\text{ЧСС}_{\text{макс}}/\text{лактат}_{\text{макс}}$) — 4 из 4 (100%). По уровню риска систематической ошибки исследования распределились так: 81,8% — умеренный риск, 13,6% — высокий, 4,5% — низкий. Уровень достоверности маркеров был оценен достаточно низко (умеренный — 40%, низкий — 30%, очень низкий — 30%) из-за этических ограничений (рассматривались наблюдательные исследования), малых выборок и неконтролируемых факторов.

Выводы. Полученные данные показывают потенциальную ценность маркеров для диагностирования состояния перетренированности, но ряд факторов требует сдержанной интерпретации: ограниченная достоверность по GRADE, недостаточное число исследований в случае отдельных маркеров, а также получение части данных в одном и том же единственном проекте. Для выявления состояния перетренированности необходим комплексный подход, позволяющий учесть дезадаптационные изменения в работе функциональных систем организма. Для раннего выявления в полевых условиях признаков перетренированности могут быть применены психометрические и скоростно-силовые тесты, в лабораторных условиях для более глубокой и точной оценки целесообразно применять комбинированные индексы. Дальнейшие исследования должны быть связаны со стандартизацией диагностических протоколов, проведением проспективных исследований с большей выборкой, участием женщин, спортсменов элитного уровня, а также оценкой диагностической точности маркеров с учетом вклада внешних факторов (режим сна, психоэмоциональный стресс, характер питания).

Ключевые слова: маркеры; перетренированность; синдром перетренированности; спортсмены; индекс анаболизма; ЧСС/лактат; POMS; RESTQ-Sport; дезадаптация; функциональные тесты; мониторинг

Для цитирования: Мавлиев Ф.А., Абдрахманова А.Ш., Карфик В.Р., Сабилов Т.В., Зотова Ф.Р. Маркеры перетренированности спортсменов: систематический обзор и оценка согласованности результатов исследований. *Экстремальная биомедицина*. 2026;28(3):346–358. <https://doi.org/10.47183/mes.2026-549>

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда и Академии наук Республики Татарстан по проекту № 26-25-20055.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы указывают на отсутствие конфликта интересов.

Использование инструментов ИИ. Во время подготовки рукописи авторы использовали NotebookLM для литературного и грамматического редактирования текста. После применения данного инструмента авторы просмотрели и отредактировали текст и берут на себя полную ответственность за содержание рукописи.

✉ Мавлиев Фанис Азгатович Fanis16rus@mail.ru

Статья поступила: 06.07.2026 **После доработки:** 30.07.2026 **Принята к публикации:** 11.08.2026 **Online first:** 01.09.2026

OVERTRAINING MARKERS IN ATHLETES: A SYSTEMATIC REVIEW AND ASSESSMENT OF STUDY CONSISTENCY

Fanis A. Mavliev^{1✉}, Adelia Sh. Abdrakhmanova², Vladislav R. Karfik¹, Timur V. Sabirov¹, Firuza R. Zotova^{1,3}

¹Volga Region State University of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

²Republican Sports School of Olympic Reserve in Fencing, Kazan, Russia

³Kazan Medical University, Kazan, Russia

Introduction. Athletic overtraining represents a maladaptation of the body's functional systems that leads to decreased performance. The evaluation of this state is hindered by the lack of a unified assessment framework and definitive markers, resulting in inconsistent research findings. This ambiguity underscores the need to develop reliable and valid diagnostic tools.

Objective. To assess the consistency of research findings on overtraining markers in athletes.

Methods. A systematic review of 1976 publications was conducted; a total of 22 full-text studies published between 2006 and 2026 were selected using the Google Scholar search engine, as well as the PubMed/MEDLINE, RSCI/eLIBRARY, and CyberLeninka bibliographic databases. Data synthesis was guided by the Synthesis Without Meta-Analysis (SWiM) approach, incorporating the vote-counting method and effect direction plots. The risk of bias was assessed using the Risk of Bias in Non-randomized Studies — of Interventions (ROBINS-I) tool. The certainty of evidence was evaluated according to the GRADE methodology.

Results. Thirty markers were analyzed and grouped into five categories: biochemical and endocrine, physiological, psychometric and subjective, morphological, and molecular genetic and immunological markers. Full consistency (100%) was observed for psychometric and subjective scales: the Profile of Mood States questionnaire (POMS; 6/6 studies), the Recovery Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport; 3/3 studies), and the rating of perceived exertion (RPE; 3/3 studies). The consistency scores for several markers were derived only from a single study ($n = 1$ for 11/30 markers) or a single research project (the EROS project: $n = 3$ for skeletal muscle and fat mass and basal metabolism; $n = 2$ for the neutrophil-to-lymphocyte ratio), which limits the generalizability of the conclusions. Isolated markers demonstrated lower consistency compared to composite metrics: 44.4% for cortisol (4/9 studies), 75% for creatine kinase (3/4 studies), 62.5% for testosterone (5/8 studies), 75% for lactate during exercise (3/4 studies), and 33.3% for maximal oxygen uptake (1/3 studies). Among the composite metrics, the highest consistency was observed for the anabolic index (4/5 studies; 80%) and the ratio of maximal heart rate to maximal lactate level (4/4 studies; 100%). In terms of the risk of bias, 81.8% of studies showed a moderate risk, 13.6% a high risk, and 4.5% a low risk. The certainty of evidence for the markers was assessed as relatively low (moderate: 40%; low: 30%; very low: 30%) due to ethical constraints (restricting research to observational designs), small sample sizes, and uncontrolled factors.

Conclusions. While the findings indicate the potential value of these markers for diagnosing overtraining, a cautious interpretation is advised due to the limited GRADE certainty, the insufficient number of studies for certain markers, and the fact that some data were derived from a single research project. Identifying overtraining requires a comprehensive approach that accounts for maladaptive changes in the body's functional systems. Psychometric and speed-strength tests can be applied for the early detection of overtraining signs in field conditions; in laboratory settings, composite metrics are advisable for a more in-depth and precise assessment. Further research should focus on standardizing diagnostic protocols, conducting prospective studies with larger sample sizes, recruiting female athletes and elite-level athletes, and evaluating the diagnostic accuracy of markers while accounting for the influence of external factors (sleep patterns, psychological stress, and dietary habits).

Keywords: markers; overtraining; overtraining syndrome; athletes; anabolic index; HR/lactate; POMS; RESTQ-Sport; maladaptation; functional tests; monitoring

For citation: Mavliev F.A., Abdrakhmanova A.Sh., Karfik V.R., Sabirov T.V., Zotova F.R. Overtraining markers in athletes: A systematic review and assessment of study consistency. *Extreme Medicine*. 2026;28(3):346–358. <https://doi.org/10.47183/mes.2026-549>

Funding. The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation and the Tatarstan Academy of Sciences (Project No. 26-25-20055).

Potential conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Use of AI tools. During the manuscript preparation, the authors used NotebookLM for literary and grammatical editing of the text. After applying this tool, the authors reviewed and revised the text and assume full responsibility for the manuscript's content.

✉ Fanis A. Mavliev Fanis16rus@mail.ru

Received: 6 July 2026 **Revised:** 30 July 2026 **Accepted:** 11 Aug. 2026 **Online first:** 1 Sep. 2026

ВВЕДЕНИЕ

Процесс адаптации спортсмена к спортивной деятельности и формирования должной спортивной формы протекает лишь в условиях воздействия физических нагрузок, которые существенно нагружают функциональные системы организма. Чрезмерные нагрузки могут приводить к истощению функциональных систем и, как следствие, к дезадаптации [1]. В связи с этим для достижения высоких спортивных результатов необходимо соблюдать баланс между внешней нагрузкой и возможностями функциональных систем. В научной литературе состояния, вызываемые чрезмерными

нагрузками, которые выше функциональных возможностей организма, принято разделять на несколько категорий:

- функциональное перенапряжение — кратковременное (около 2 недель) снижение результативности, вследствие которого формируется долговременная адаптация и улучшаются результаты;
- нефункциональное перенапряжение — снижение работоспособности, длящееся до 3–4 недель, которое не приводит к положительным адаптационным изменениям;
- синдром перетренированности — снижение работоспособности на более чем 3–4 недели,

сопровожающееся прекращением роста спортивных результатов [2, 3].

Y.I. Brel и соавт. отмечают, что применение термина «синдром» по отношению к состоянию перетренированности обусловлено его многофакторной природой. Среди ключевых факторов выделяют чрезмерную физическую нагрузку, а также индивидуальные особенности спортсмена — в том числе биологические, нейрохимические и гормональные [4]. Разница между перенапряжением и синдромом перетренированности, по мнению авторов, заключается во времени, необходимом для восстановления работоспособности, а не в продолжительности самой нагрузки [4].

На сегодняшний день не существует единой методики ранней диагностики перетренированности спортсменов. Исследователи отмечают, что синдром перетренированности может рассматриваться только ретроспективно, так как для развития этого состояния требуется определенное время. При этом целенаправленная провокация такого состояния недопустима — это неэтично по отношению к спортсмену, который стремится достичь высоких результатов [5].

Результаты как ретроспективных, так и одномоментных исследований, связанных с изучением состояния перетренированности, нередко противоречат друг другу — это связано с различиями в применяемых методах, используемых маркерах, а также характеристиках исследуемой группы спортсменов. Для выявления диагностически информативных маркеров перетренированности с учетом методологической неоднородности в имеющихся исследованиях необходимо провести оценку частоты встречаемости используемых методов и маркеров, а также согласованности их проявлений при перетренированности.

Ранее опубликованные систематические обзоры по проблеме перетренированности спортсменов были сфокусированы на отдельных аспектах: биомаркерах и инструментах диагностики [2], физиологических и психологических изменениях [5], когнитивных нарушениях у элитных спортсменов [6], вариабельности сердечного ритма у футболистов [7] и гормональных биомаркерах [8]. Настоящее исследование направлено на комплексный анализ согласованности результатов исследований по основным категориям маркеров перетренированности (биохимические и эндокринные, физиологические, психометрические, морфологические, молекулярно-генетические и иммунологические).

Цель работы — оценка согласованности результатов исследований маркеров перетренированности спортсменов.

МЕТОДЫ

Систематический обзор был подготовлен в соответствии с принципами PRISMA¹ [6]. Протокол исследования не был предварительно зарегистрирован в реестре систематических обзоров.

Стратегия поиска литературы. Поиск литературы проводили с помощью поисковой системы

Google Scholar, а также в библиографических базах PubMed/MEDLINE, РИНЦ (eLIBRARY), КиберЛенинка по всем исследованиям, опубликованным с 01.01.2006 по 18.05.2026 на русском и английском языках, с использованием поисковых запросов:

- eLIBRARY и КиберЛенинка — «перетренированность спортсменов» ИЛИ «методы оценки перетренированности» ИЛИ «мониторинг перетренированности» ИЛИ «диагностика перетренированности» ИЛИ «синдром перетренированности»;
- PubMed и Google Scholar — «overtraining in athletes» ИЛИ «overtraining» ИЛИ «monitoring overtraining in athletes» ИЛИ «diagnosing overtraining in athletes» ИЛИ «overtraining syndrome» ИЛИ «overtraining effects».

Критерии включения в систематический обзор были установлены на основе требований дизайна PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcomes, Study, Design)²:

- участники — спортсмены в возрасте от 17 лет;
- вмешательство — маркеры, методы, показатели, инструменты оценки перетренированности спортсменов;
- сравнение — оценка до и после тренировки, во время тренировки;
- результат — полученные показатели;
- дизайн исследования — рандомизированные контролируемые, когортные, лонгитюдные, одномоментные оригинальные исследования на русском или на английском языке.

Критерии исключения:

- статья опубликована раньше 01.01.2006;
- в исследовании рассматривались животные или неспортсмены;
- не указаны данные об оценке перетренированности;
- нет доступа к полному тексту статьи.

Применение критериев включения/исключения осуществлялось на всех этапах отбора: на этапе скрининга названий и аннотаций, затем при анализе полных текстов статей. В случаях, когда в аннотации отражалась неполная информация, проводился скрининг полной версии статьи.

Процедура выбора исследований. Два автора независимо друг от друга рассматривали все названия и аннотации в определенных заранее базах данных на предмет соответствия критериям включения/исключения. Статьи-дубликаты и не соответствующие критериям включения исследования были удалены. На втором этапе два автора независимо друг от друга извлекали полные тексты статей и проверяли их на соответствие критериям включения/исключения. Не соответствующие критериям включения статьи не были включены в дальнейшее рассмотрение. При наличии расхождений или в случае частичного соответствия публикации критериям включения для решения вопроса о включении публикации в исследование привлекался третий автор и решение принималось тремя голосами. Для минимизации риска публикационного смещения анализ включал исследования как с положительными, так и с отрицательными результатами.

¹ Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Medicine*. 2021;18(3):e1003583. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003583>

² Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. *BMC Health Services Research*. 2014;14:579. <https://doi.org/10.1186/s12913-014-0579-0>

Синтез исследований. Работа была выполнена в соответствии с рекомендациями руководства «Синтез без метаанализа (SWiM) в систематических обзорах»³. Ввиду невозможности проведения метаанализа (различия в дизайне исследований, исследуемых видах спорта) был использован метод подсчета голосов (Vote Counting) с оценкой направления эффекта (статистически значимо при $p < 0,05$; статистически незначимо при $p > 0,05$). Для каждого маркера фиксировалось статистически значимое ($p < 0,05$) направление изменений (повышение, снижение или отсутствие). Согласованность определялась как доля исследований, в которых зафиксировано однонаправленное статистически значимое изменение маркера при развитии перетренированности, от общего числа исследований, оценивавших данный маркер. Исследования, в которых изменения были статистически незначимыми ($p > 0,05$) учитывались как «отсутствие эффекта». При подсчете количества направлений эффектов исследования с различными объемами выборки учитывались с равным весом. Данное методологическое ограничение характерно для Vote Counting и было учтено при интерпретации данных.

Для оценки гетерогенности результатов проводили качественный анализ: сравнивали направления эффектов по каждому маркеру, при их расхождении проводили анализ возможных причин. Оценка риска систематической ошибки была проведена с использованием инструмента ROBINS-I для нерандомизированных исследований⁴. Отобранные статьи были сгруппированы по типу диагностического метода для оценки информативности каждой из категорий: биохимические и эндокринные маркеры, физиологические маркеры, психометрические и субъективные показатели, морфологические маркеры, молекулярно-генетические и иммунологические маркеры. В случаях, когда одно исследование включало в себя данные по нескольким категориям, его результаты были включены в каждую из них. Для оценки достоверности доказательств для каждого маркера использовался подход GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation)⁵. Учитывали 5 факторов, которые могли привести к снижению достоверности: риск систематической ошибки, несогласованность, косвенные доказательства, риск публикационной ошибки, неточность. Визуализацию направлений информативности используемых методов выполняли с помощью графика направления эффекта — Effect Direction Plot⁶.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Процесс отбора статей представлен на рисунке. Первоначально было выявлено 1976 статей, из которых после удаления дубликатов и исследований, не соответствующих критериям включения, было отобрано 172 статьи. Всем критериям включения из этих

172 статей соответствовали 22 полнотекстовые статьи, которые и были включены в данное исследование (табл. 1).

При интерпретации выводов учитывали ограниченный объем данных по отдельным маркерам. Важно отметить, что среди исследований, включенных в обзор, не было рандомизированных клинических исследований. Оценка риска систематической ошибки по шкале ROBINS-I показала следующее распределение: из 22 исследований 18 (81,8%) характеризовались умеренным риском, 3 (13,6%) — высоким и 1 (4,5%) — низким. Кроме того, в 10 исследованиях (45,5% от общего числа) выявлен умеренный риск предвзятости из-за влияния дополнительных мешающих факторов. Это связано с тем, что в работах недостаточно учитывались или корректировались внешние воздействия — дефицит энергии и нарушения питания, психосоциальный стресс, проблемы со сном, а также скрытые заболевания. Еще в 3 исследованиях (13,6%) зафиксирован высокий риск по этому критерию.

В связи с этим к результатам следует подходить с осторожностью: указанные внешние факторы способны влиять на ряд показателей — в частности, на уровень кортизола и субъективные ощущения спортсменов.

Анализ динамики маркеров перетренированности (табл. 2) показал согласованное направление изменений для большинства маркеров при наступлении состояния перетренированности: наблюдалось снижение максимальной частоты сердечных сокращений ($ЧСС_{макс}$), ухудшение эмоционального состояния и настроения, выявленное по опроснику POMS, снижение мышечной массы. Важно отметить, что согласованность этих результатов не зависит от длительности наблюдения. Среди рассматриваемых работ можно выделить три группы исследований, различающихся по продолжительности: краткосрочные исследования (1–10 сут), выполненные с использованием протокола комплексного обследования; среднесрочные (3–14 нед.) — комплексные обследования с фиксацией динамики показателей перетренированности; долгосрочные и ретроспективные исследования (3 мес. — 14 лет), рассматривающие развивающиеся процессы на фоне хронического состояния. Длительность исследований позволяет диагностировать в первой группе состояние функционального перенапряжения, во второй — нефункциональное перенапряжение, в третьей — синдром перетренированности.

Синтез результатов и диагностическая информативность маркеров. На основании анализа отобранных статей все маркеры перетренированности были распределены на 5 групп в соответствии с их физиологической принадлежностью (табл. 3). С помощью метода Vote Counting была определена согласованность 30 маркеров перетренированности спортсменов. Хотя данный показатель не является прямой характеристикой диагностической информативности

³ Campbell M, McKenzie JE, Sowden A, Katikireddi SV, Brennan SE, Ellis S, et al. Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: reporting guideline. *BMJ*. 2020;368:l6890. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6890>

⁴ Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, et al. ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ*. 2016;355:i4919. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>

⁵ Schünemann HJ, Brennan S, Akl EA, Mustafa RA, Langendam M, Dahm P. The development methods of official GRADE articles and requirements for claiming the use of GRADE-A statement by the GRADE guidance group. *Journal of Clinical Epidemiology*. 2023;159:79–84. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2023.05.010>

⁶ Thompson HJ, Thomas S. The effect direction plot: visual display of non-standardised effects across multiple outcome domains. *Research Synthesis Methods*. 2013;4:95–101. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1060>



Рисунок подготовлен авторами

Рис. Алгоритм отбора публикаций по теме «Маркеры перетренированности спортсменов»

Таблица 1. Риск систематической ошибки включенных в систематический обзор исследований «Маркеры перетренированности спортсменов»

Исследования	Домены							
	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Итог
Авторы, год публикации, источник								
E. Varlet-Marie и соавт., 2006 [3]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
А.Н. Будко, И.Л. Рыбина, 2016 [9]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
К.Э. Аллахярова и соавт., 2017 [10]	▲	♦	•	•	•	•	•	▲
R.L. Buchwald и соавт., 2025 [11]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
Y. Kajaia и соавт., 2017 [12]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
C.C. Grant и соавт., 2012 [13]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
A.M. Ranahan и соавт., 2025 [14]	▲	♦	•	•	♦	•	•	▲
I.G. Fatouros и соавт., 2006 [15]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
F. Noce и соавт., 2014 [16]	♦	♦	•	•	•	•	•	♦
F.A. Cadegiani и соавт., 2018 [17]	•	♦	•	•	•	•	•	♦

Продолжение таблицы 1

Исследования	Домены							
	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	Д6	Д7	Итог
F.A. Cadegiani и соавт., 2017 [18]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
F.A. Cadegiani и соавт., 2018 [19]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
F.A. Cadegiani и соавт., 2019 [20]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
F.A. Cadegiani и соавт., 2019 [21]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
L.H.S. Fagundes и соавт., 2021 [22]	◆	◆	●	●	●	●	●	◆
D.R. Slivka и соавт., 2010 [23]	●	◆	●	●	◆	●	●	◆
T. Anderson и соавт., 2016 [24]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
J. Nicoll и соавт., 2019 [25]	◆	●	●	●	●	◆	●	◆
Y. Tian и соавт., 2013 [26]	◆	●	●	●	●	◆	●	◆
M. Kargarfard и соавт., 2018 [27]	●	◆	●	●	●	●	●	◆
B.A. Gasser и соавт., 2022 [28]	▲	●	●	●	●	●	●	▲
Y.L. Le Meur и соавт., 2013 [29]	●	●	●	●	●	●	●	●

Таблица составлена авторами по данным источников [3, 9–29]

Примечание. Домены: Д1 — предвзятость конфаундинга; Д2 — ошибка отбора участников исследования; Д3 — ошибка классификации воздействия; Д4 — предвзятость из-за отклонений во вмешательствах; Д5 — ошибка пропуска данных; Д6 — предвзятость из-за ошибки измерения результатов; Д7 — предвзятость в представлении результатов; ● — низкий риск, ◆ — умеренный риск, ▲ — высокий риск.

Таблица 2. Динамика маркеров перетренированности

Авторы, год публикации, источник	Количество участников (вид спорта)	T	K	ИА	POMS	ВРС	Иные показатели
E. Varlet-Marie и соавт., 2006 [3]	48 (спортсмены)	—	—	—	—	—	Вязкость плазмы↑, гематокрит↑, агрегация эритроцитов↑, шкала SFMS↑
A.H. Будко, И.Л. Рыбина, 2016 [9]	10 (конькобежный спорт)	↓	↑	↓	—	—	КФК↑, АСТ↑, индекс КФК/АСТ↑
К.Э. Аллахярова и соавт., 2017 [10]	102 (кикбоксинг)	↓	↑	↓	—	—	ЧСС _{покой} ↑
R.L. Buchwald и соавт., 2025 [11]	110 (спортсмены) 447 (неспортсмены)	—	—	—	—	—	МПК↓, лактат _{макс} ↓, ЧСС _{макс} ↓, ЧСС _{макс} /лактат _{макс} ↓
Y. Kajaia и соавт., 2017 [12]	348 (спортсмены) 35 (неспортсмены)	—	—	—	—	↓	Индекс напряжения↑
C.C. Grant и соавт., 2012 [13]	29 (бег на длинные дистанции)	—	—	—	↓	—	TMD↑, энергичность↓
A.M. Ranahan и соавт., 2025 [14]	10 (бег на длинные дистанции)	—	—	—	—	—	Толерантность к глюкозе↓, вариабельность глюкозы↑, лактат _{макс} ↓, ЧСС _{макс} /лактат _{макс} ↓, мощность↓, субъективное самочувствие↓
I.G. Fatouros I.G. и соавт., 2006 [15]	111 (бег на длинные дистанции, кроссфит)	—	—	—	↓	—	Максимальная сила↓, внеклеточная ДНК↑, С-реактивный белок↑, КФК↑, мочевина↑
F. Noce и соавт., 2014 [16]	24 (дзюдо)	—	—	—	—	—	RESTQ-Sport↓, усталость↓, успех↓

Авторы, год публикации, источник	Количество участников (вид спорта)	T	K	ИА	POMS	BPC	Иные показатели
F.A. Cadegiani и соавт., 2018 [17]	39 (силовые виды спорта и спорт на выносливость)	—	—	—	↓	—	MM↓, BMR↓, потребление калорий и углеводов↓, количество сна↓
F.A. Cadegiani и соавт., 2017 [18]	51 (спортсмены)	—	↓	—	—	—	Гипоответ оси HPA (инсулин-толерантный тест), АКГГ↓
F.A. Cadegiani и соавт., 2018 [19]	51 (спортсмены)	—	—	—	—	—	СТГ↓, пролактин↓
F.A. Cadegiani и соавт., 2019 [20]	51 (спортсмены)	↓	↓	—	↓	—	Нейтрофилы/лимфоциты↓, тестостерон/эстрадиол↓, КФК↑, BMR↓, MM↓
F.A. Cadegiani и соавт., 2019 [21]	43 (спортсмены)	↓	↓	—	↓	—	MM↓, окисление жиров↓, эстрадиол↑, норадреналин↑, дофамин↑, BMR↓, лактат↑, нейтрофилы↓, потребление калорий и углеводов↓, качество сна↓, нейтрофилы/лимфоциты↓
L.H.S. Fagundes и соавт., 2021 [22]	32 (футбол)	—	—	—	—	—	Внутренняя мотивация↓, RESTQ-Sport↓
D.R. Slivka и соавт., 2010 [23]	8 (велосипедный спорт)	↔	↔	↔	↓	—	Энергичность↓, IgA↔
T. Anderson и соавт., 2016 [24]	20 (американский футбол)	↓	↑	↓	—	—	ИЛ-6↑, кортизол↑, RESTQ-Sport↑
J. Nicoll и соавт., 2019 [25]	16 (бег на средние дистанции)	↔	↓	—	—	—	AP↓, мощность↓, сила↔, MAP-киназа p38↑, JNK↑
Y. Tian и соавт., 2013 [26]	114 (борьба)	—	—	—	—	↓	SDNN и RMSSD↓ — при поздней стадии перетренированности, SDNN и RMSSD↑ — при ранней стадии перетренированности
M. Kargarfard и соавт., 2018 [27]	30 (футбол)	↑	↑	↓	—	—	Опросник SFMS↑
B.A. Gasser и соавт., 2022 [28]	5 (спортивное ориентирование)	—	—	—	—	—	ЧСС _{макс} ↓, ЧСС _{макс} /лактат _{макс} ↓, скорость↓, МПК↔, лактат _{макс} ↔, Опросник SFMS↑
Y.L. Le Meur и соавт., 2013 [29]	24 (триатлон)	—	—	—	—	—	Лактат _{макс} ↓, ЧСС _{макс} ↓, ЧСС _{макс} /лактат _{макс} ↓, RPE↑, КФК↔, МПК↔, максимальная скорость↓

Таблица составлена авторами по данным источников [3, 9–29]

Примечание. ↑ — повышение со статистической значимостью $p < 0,05$; ↓ — снижение со статистической значимостью $p < 0,05$; ↔ — статистически значимые изменения ($p < 0,05$) без выраженного направления (для комплексных параметров), для единичных параметров — без изменений; «—» — не изучалось; АСТ — аспартатаминотрансфераза; ЧСС — частота сердечных сокращений; ЧСС_{покой} — частота сердечных сокращений в покое; ЧСС_{макс} — максимальная частота сердечных сокращений; BPC — вариабельность ритма сердца; лактат_{макс} — максимальная концентрация лактата при тестовой нагрузке; ЧСС_{макс}/лактат_{макс} — соотношение максимальной частоты сердечных сокращений к максимальной концентрации лактата при тестовой нагрузке; MM — мышечная масса; КФК — креатинфосфокиназа; T — тестостерон; K — кортизол; ИЛ-6 — интерлейкин-6; AP — андрогеновые рецепторы; JNK — белок, отвечающий за реакцию на механическое напряжение; SFMS — опросник Французского общества спортивной медицины; HPA-ось — гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая ось; АКГГ — адренокортикотропный гормон; АСТ — аспартатаминотрансфераза; СТГ — соматотропный гормон; TMD — общий балл нарушений настроения; МПК — максимальное потребление кислорода; ИА — индекс анаболизма; BMR — базальный метаболизм; POMS — профиль состояний настроения; RESTQ-Sport — опросник для оценки восстановительного стресса у спортсменов; RPE — шкала воспринимаемого напряжения; MAP-киназа p38 — протеинкиназы, активируемые митогеном p38; JNK — c-Jun N-концевые киназы; RMSSD (Root Mean Square of Successive Difference) — среднеквадратичное значение последовательных разностей; SDNN (Standard Deviation of Normal-to-Normal Intervals) — общая изменчивость интервалов между последовательными нормальными сердечными сокращениями.

Таблица 3. Согласованность результатов исследований по маркерам перетренированности у спортсменов

Категория маркера	Наименование маркера	Уровень достоверности по GRADE	Количество публикаций (согласованность, %)	Изменение показателя
Биохимические и эндокринные	Тестостерон (общий)	Низкий	8 (62,5%)	Снижение показателя
	Эстрадиол	Умеренный	2 (100%)	Повышение показателя
	Креатинфосфокиназа	Очень низкий	4 (75%)	Повышение показателя при повреждении мышц
	Лактат при нагрузке	Умеренный	4 (75%)	Снижение показателя
	Индекс анаболизма	Низкий	5 (80%)	Снижение показателя более чем на 30%
	АСТ	Очень низкий	1 (100%)	Повышение показателя
	АКТГ	Умеренный	1 (100%)	Снижение базального уровня и выброса в ответ на стимуляцию инсулином
	Соматотропный гормон и пролактин	Умеренный	1 (100%)	Снижение базальных уровней, практически полное отсутствие их нормального подъема
	Кортизол	Очень низкий	9 (44,4%)	Повышение показателя
	Мочевина и С-реактивный белок	Очень низкий	1 (100%)	Повышение показателей
	Гематокрит, вязкость плазмы, агрегация эритроцитов	Низкий	1 (100%)	Повышение показателей и снижение текучести крови
	Средняя амплитуда гликемических колебаний; время пребывания в состоянии гипергликемии	Умеренный	1 (100%)	Увеличение вариабельности и времени пребывания в состоянии гипергликемии
Физиологические	Максимальное потребление кислорода	Очень низкий	3 (33,3%)	Снижение показателя
	ЧСС _{макс}	Умеренный	5 (100%)	Снижение показателя
	Вариабельность ритма сердца	Умеренный	2 (100%)	Снижение показателей RMSSD и SDNN
	Скоростно-силовые тесты	Очень низкий	5 (100%)	Снижение скорости, силы и аэробной мощности
	Индекс ЧСС _{макс} /лактат _{макс}	Умеренный	4 (100%)	Снижение ЧСС _{макс} и уровня лактата при выполнении упражнений «до отказа»
Психометрические и субъективные	POMS	Умеренный	6 (100%)	Рост депрессии и усталости
	RESTQ-Sport	Умеренный	3 (100%)	Снижение показателей по шкалам восстановления
	Шкала SFMS	Умеренный	3 (100%)	Повышение общего балла
	Шкала RPE	Умеренный	1 (100%)	Повышение показателя
	Потребление калорий	Низкий	2 (100%)	Снижение показателя
	Качество сна	Низкий	2 (100%)	Снижение качества и продолжительности сна

Категория маркера	Наименование маркера	Уровень достоверности по GRADE	Количество публикаций (согласованность, %)	Изменение показателя
Морфологические	Скелетно-жировая масса	Низкий	3 (100%)	Повышение доли жира при снижении мышечной составляющей и дефиците энергии
	Базальный метаболизм	Низкий	3 (100%)	Снижение скорости обмена веществ в покое и подавление способности организма сжигать жиры
Молекулярно-генетические и иммунологические	Внеклеточная ДНК (в плазме)	Низкий	1 (100%)	Концентрация ДНК плазме крови увеличивается пропорционально тренировочной нагрузке
	Нейтрофилы/лимфоциты	Низкий	2 (100%)	Снижение числа нейтрофилов и рост лимфоцитов
	Интерлейкин-6 (в слюне)	Очень низкий	1 (100%)	Повышение уровня показателя
	Андрогеновые рецепторы	Очень низкий	1 (100%)	Снижение общего количества рецепторов в мышечной ткани
	Протеинкиназы, активируемые митогеном p38; c-Jun N-концевые киназы	Очень низкий	1 (100%)	Уровень фосфорилирования в покое значительно увеличивается

Таблица составлена авторами по данным источников [3, 9–29]

Примечание. ЧСС_{макс}/лактат_{макс} — соотношение максимальной частоты сердечных сокращений к максимальной концентрации лактата при тестовой нагрузке; внеклеточная ДНК — фрагменты дезоксирибонуклеиновой кислоты, высвобождающиеся в кровотоке при повреждении клеток; АСТ — аспартатаминотрансфераза; АКТГ — адренокортикотропный гормон; POMS — профиль состояний настроения; RESTQ-Sport — опросник для оценки восстановительного стресса для спортсменов; SFMS — опросник Французского общества спортивной медицины; RPE — шкала воспринимаемого напряжения; RMSSD (Root Mean Square of Successive Difference) — среднеквадратичное значение последовательных разностей; SDNN (Standard Deviation of Normal-to-Normal Intervals) — общая изменчивость интервалов между последовательными нормальными сердечными сокращениями.

рассматриваемых маркеров, он может рассматриваться как основание для включения соответствующих маркеров в проспективные исследования с оценкой их диагностической точности. Высокую согласованность показали психометрические и субъективные, морфологические, молекулярно-генетические и иммунологические маркеры.

Следует учитывать, что причиной высокой согласованности (100%) 11 из 30 маркеров может являться то, что источником данных было только 1 исследование ($n = 1$), что в сочетании с невысоким уровнем достоверности, установленным по GRADE, требует подтверждения в дальнейших исследованиях. Разнонаправленные изменения при перетренированности отмечались в уровнях таких маркеров как тестостерон, кортизол, креатинфосфокиназа, лактат при нагрузке, индекс анаболизма, максимальное потребление кислорода.

ОБСУЖДЕНИЕ

Систематический обзор показал, что для оценки состояния перетренированности спортсменов необходимо использовать комплекс методов и маркеров, учитывающий функциональное состояние различных систем организма. Синдром перетренированности и предшествующие ему состояния перенапряжения

затрагивают эндокринные, иммунные, метаболические и психофизиологические процессы. У спортсменов разных видов спорта отмечается вариативность адаптационных реакций, что объясняется спецификой различных видов спорта, в частности могут существенно различаться срок наступления состояния перетренированности и его проявления [5]. Таким образом, объединение спортсменов разных видов спорта может казаться упрощением взгляда на оценку перетренированности. Тем не менее в текущем обзоре намеренно объединялись исследования, рассматривающие циклические, силовые и игровые виды спорта. Это связано с тем, что, несмотря на различия в процессах, ведущих к состоянию перетренированности, существуют маркеры, которые будут информативными вне зависимости от специфики вида спорта. Например, у тяжелоатлетов и стайеров синдром перетренированности имеет общие проявления: неспособность к суперкомпенсации, смена настроения, потеря адаптационных резервов. Поэтому рассмотрение широкого спектра исследований позволяет выявить наиболее устойчивые маркеры с высокой согласованностью результатов независимо от вида спорта и типа нагрузки. Так, например, снижение уровня тестостерона наблюдалось как в силовых, так и в игровых видах спорта, а ухудшение настроения, выявленное

по опроснику POMS, отмечалось у спортсменов, занимающихся как силовыми видами спорта, так и спортом на выносливость. Эффективность данного подхода к анализу литературы подтверждает крупное исследование EROS (Endocrine and Metabolic Responses on Overtraining Syndrome), которое показывает целесообразность объединения спортсменов разных видов спорта, поскольку при развитии состояния перетренированности у них происходят похожие изменения, выраженные, например, в росте уровня эстрадиола у мужчин и снижении индекса нейтрофилы/лимфоциты [21].

Биохимические и эндокринные маркеры. Результаты оценки уровня кортизола оказались неоднозначными: в половине из девяти исследований (в 4 работах) зафиксировано повышение показателя, в стольких же — его снижение. Такая разнонаправленная динамика свидетельствует о низкой стабильности маркера, из-за чего для диагностики перетренированности его нецелесообразно применять изолированно. Вариабельность уровня кортизола обусловлена влиянием ряда внешних и внутренних факторов — в частности, физической нагрузки, качества сна и стрессовых воздействий. Существенное значение имеет также характер самой нагрузки: при недостаточном контроле ее объема и интенсивности гормональный ответ организма оказывается неоднородным, что осложняет интерпретацию данных [30]. Согласно оценке по шкале GRADE, достоверность данных о кортизоле как маркере перетренированности характеризуется как очень низкая.

Индекс анаболизма — отношение тестостерона к кортизолу — считается значимым критерием (уровень согласованности данных составляет 80 %). Однако при оценке его надежности важно учитывать, что анализ слюны уступает по информативности исследованию плазмы крови [31]. По этой причине достоверность показателя по шкале GRADE оценивается как низкая.

При перетренированности у мужчин наблюдается снижение отношения тестостерона к эстрадиолу — это свидетельствует о структурной дезадаптации эндокринной системы и позволяет рассматривать данный показатель как более надежный маркер перетренированности.

Креатинфосфокиназа (КФК) — классический маркер повреждения мышечной ткани, однако для оценки состояния перетренированности этот маркер следует использовать с учетом вида спорта [9, 20], поскольку изменения КФК могут варьировать в зависимости от дисциплины. Рост КФК у спортсменов скоростно-силовых дисциплин может быть выше 2600 Е/л из-за интенсивности белкового обмена [9]. В то время как в кроссфите КФК может варьироваться в широком диапазоне 122–1650 Е/л и не отличаться от изменений у непотренированных спортсменов [20]. Из-за зависимости от характера мышечной работы, низкой воспроизводимости результатов, а также того, что этот маркер отражает не хроническое состояние, а острое повреждение, уровень достоверности КФК по GRADE очень низкий.

Физиологические маркеры. Анализ показателей вариабельности сердечного ритма показал

максимальную согласованность в двух исследованиях (табл. 2 и 3). В работах наблюдалось снижение вариабельности сердечного ритма и доминирование симпатической «стресс-реакции» [12, 26]. Невысокую согласованность демонстрировали показатели аэробной работоспособности — у спортсменов с состоянием перетренированности анаэробный порог наступал раньше на более низкой мощности, чем без состояния перетренированности [29]. У спортсменов с признаками перетренированности наблюдалась проблема с достижением пиковых уровней лактата в тестах «до отказа» — это свидетельствует о нарушении процесса анаэробного гликолиза как способа энергообеспечения. Что касается максимального потребления кислорода (МПК), то снижение этого показателя зафиксировали лишь в одном из трех исследований; в двух других значимых отклонений не выявили, при этом уровень достоверности результатов оценивался по шкале GRADE как крайне низкий.

Максимальная частота сердечных сокращений ($\text{ЧСС}_{\text{макс}}$) является главным индикатором интенсивности физической нагрузки, но в случае перетренированных спортсменов данный показатель снижался во время теста «до отказа» [29]. Это может быть связано со снижением чувствительности β -адренорецепторов сердечной мышцы к катехоламинам — защитным механизмом, который ограничивает работу сердца [32], или общим угнетением симпатической реакции. В 4 исследованиях (табл. 2) для оценки перетренированности использовали интегральный маркер, объединяющий в себе два показателя — индекс $\text{ЧСС}_{\text{макс}}/\text{лактат}_{\text{макс}}$. Снижение данного индекса при субмаксимальных нагрузках связывают с состоянием перетренированности. Данный показатель характеризуется умеренным уровнем достоверности по GRADE.

Изменения на уровне центральной нервной системы (ЦНС) могут использоваться для диагностики перетренированности на ранних этапах, предшествующих метаболическим нарушениям [9]. В 5 статьях (табл. 2 и 3) тесты на скорость, силу и мощность демонстрировали высокую согласованность: у перетренированных участников снижалась максимальная сила в приседаниях, скорость в беге на 5 км и средняя мощность в одночасовой гонке [14, 15, 23]. Такие изменения свидетельствуют о нарушении процессов торможения и возбуждения в ЦНС, что позволяет использовать такие тесты в полевых условиях и проводить раннюю диагностику перетренированности. Однако скоростно-силовые тесты характеризуются очень низким уровнем достоверности, что связано с тем, что содержание тестов в каждом из исследований отличались (максимальная сила в приседаниях, максимальный ступенчатый беговой тест, стандартизированный тредмил-тест «до отказа», скоростные приседания и разгибания ног, 5-километровый вело-тест на время).

Психометрические и субъективные показатели. Наиболее часто для оценки перетренированности используется опросник профиля состояний настроения (POMS, Profile of Mood States), который показал максимальную согласованность среди всех исследований (табл. 2 и 3): негативные изменения в профиле настроения (рост депрессии, усталости, падения энергичности) и указывал на состояние перетренированности.

Следует отметить, 3 исследования из 6 относились к 1 проекту. Рост воспринимаемого напряжения RPE (Rating of Perceived Exertion) во время физической нагрузки является «золотым стандартом», указывающим на изменения субъективных ощущений на фоне перетренированности [32]. В текущем обзоре он был использован только в 1 исследовании, в котором показал максимальную согласованность [30]. В качестве еще одного инструмента субъективной оценки состояния перетренированности используют опросник «стресс-восстановление» (RESTQ-Sport, Recovery-Stress Questionnaire for Athletes), который показал максимальную согласованность в 3 исследованиях (табл. 2 и 3). У спортсменов с признаками перетренированности наблюдался рост показателей по шкалам стресса и снижение по шкалам восстановления. Опросник Французского общества спортивной медицины SFMS (The French Society for Sport Medicine questionnaire) был включен в 3 статьи (табл. 2 и 3) и показал максимальную согласованность. Часто субъективные шкалы и опросники коррелируют с объективными показателями, что согласуется у умеренным уровнем достоверности по GRADE в текущем исследовании. Поэтому их использование, как в случае с тестами на скоростно-силовые показатели, позволяет проводить диагностику в полевых условиях и выявлять ранние нарушения.

Морфологические маркеры. В 3 исследованиях несмотря на высокий объем тренировок наблюдалось снижение мышечной и рост жировой массы (табл. 2 и 3). Исследования EROS показали, что морфологические изменения сопровождаются снижением базального метаболизма и замедлением окисления жиров [18]. В отличие от биохимических показателей (например, кортизола или лактата), морфологические показатели являются более точным маркером перетренированности, так как отражают долгосрочные метаболические изменения [18], однако поскольку рассматриваемые морфологические показатели относились к одному исследовательскому проекту, уровень их достоверности по GRADE считался низким.

Молекулярно-генетические и иммунологические маркеры. Маркеры внеклеточной ДНК позволяют решить задачу неспецифичности маркеров относительно вида спорта, поскольку дают возможность оценить состояние перетренированности на молекулярном уровне. Сложность их использования заключается в стоимости оборудования, необходимом для проведения исследования [15]. Показатель «соотношение нейтрофилов и лимфоцитов» имел максимальную согласованность по результатам двух исследований (табл. 2 и 3), проведенных в рамках одного проекта, на различных выборках испытуемых [21]. Ценность данного маркера заключается в его способности отражать адаптационные изменения в иммунной системе. В норме тренировочные нагрузки у спортсменов стимулируют рост лимфоцитов в крови по сравнению с показателями у людей, не занимающихся спортом. При развитии перетренированности характерный для спортсмена иммунный профиль утрачивается. При этом, несмотря на высокую согласованность данных маркеров, в рейтинге GRADE они получили более низкую оценку из-за риска предвзятости, обусловленного влиянием вмешивающихся факторов.

Ограничения исследования

Исследование не проходило предварительную регистрацию в международных реестрах, однако при его проведении неукоснительно соблюдались рекомендации стандарта PRISMA. Преимущественно в проанализированных исследованиях участвовали мужчины-спортсмены; в ряде публикаций сведения о половой принадлежности испытуемых отсутствовали — это затрудняет распространение полученных результатов на женскую популяцию. Методы оценки индекса метаболизма различались: одни авторы опирались на анализ плазмы крови, другие — на исследование слюны, и такая разница могла повлиять на выявление эффекта. Протоколы исследований существенно варьировались по длительности исследования (от 1 сут до 14 лет), что осложняет дифференциацию состояний функционального и нефункционального перенапряжения, а также синдрома перетренированности.

При интерпретации полученных результатов (табл. 3) следует учитывать, что для ряда маркеров выводы основаны на ограниченном числе исследований (36,7%). В таком случае это отражение не столько высокой согласованности, сколько ограниченности имеющихся исследований. По отношению к этим маркерам следует проявлять особую осторожность, для дальнейшего использования требуется проведение дополнительной валидации. Помимо этого, важно отметить, что ряд маркеров с высокой согласованностью относились к одному проекту EROS [17, 20, 21], включенному в рассмотрение из-за разнообразия рассматриваемых маркеров. Высокая согласованность маркеров, изучаемых в этих работах, может быть следствием методологической однородности данных. К этим показателям относятся: количество мышечной массы, базальный метаболизм, соотношение нейтрофилов к лимфоцитам, концентрация тестостерона, кортизола и опросник POMS. Клиническая и методологическая неоднородность включенных исследований также могли вносить дополнительную гетерогенность в результаты и влиять на их согласованность.

По результатам оценки GRADE ни одно из исследований не было отнесено к категории высокой достоверности (табл. 3), уровень достоверности большинства маркеров был оценен как умеренный (40%), низкий (30%) или очень низкий (30%). Это связано как с невозможностью проведения рандомизированных исследований из-за этических ограничений, так и с другими методологическими особенностями, такими как малый объем выборки, неконтролируемые внешние факторы, нестандартизированный забор материала. Однако высокая согласованность между исследованиями (табл. 3) по ряду маркеров позволяет использовать их в качестве потенциальных диагностических инструментов состояния перетренированности в комплексе с другими методами. Тем не менее низкий уровень доказательности, определенный по GRADE, указывает на необходимость дальнейшей валидации предполагаемых маркеров перетренированности в крупных проспективных исследованиях.

Практические рекомендации

На основании проведенного обзора и выявленной согласованности исследований по используемым методам мы предлагаем применять два уровня диагностики состояния перетренированности спортсмена: для тренеров, где предполагается внедрение доступных и информативных методов для выявления ранних признаков дезадаптации (опросник POMS, скоростно-силовые тесты); для медицинских/научных работников, где будут подтверждаться/опровергаться состояния перетренированности спортсменов в лабораторных условиях методами с высокой диагностической согласованностью (отношение тестостерон/эстрадиол у мужчин, отношение нейтрофилы/лимфоциты, ВРС, индекс ЧСС_{макс}/лактат_{макс}, внеклеточная плазменная ДНК, базальный метаболизм). Как тренеры, так и другие специалисты, проводящие диагностику состояния перетренированности спортсмена, должны учитывать внешние факторы, которые могут вносить значительный вклад в изменение показателей: сон, стресс, заболевания, характер тренировок накануне исследований и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного систематического обзора возможные маркеры оценки состояния перетренированности спортсменов были квалифицированы по 5 категориям: биохимические и эндокринные, физиологические, психометрические и субъективные, морфологические, молекулярно-генетические

иммунологические маркеры. Наиболее высокую согласованность показали психометрические и субъективные маркеры (POMS — 6 из 6, RESTQ-Sport — 3 из 3, SFMS — 3 из 3). Остальные маркеры продемонстрировали меньшую согласованность (кортизол — 4 из 9, тестостерон — 5 из 8, МПК — 1 из 3, индекс анаболизма — 4 из 5, лактат при нагрузке — 3 из 4, КФК — 3 из 4) или высокую согласованность, но при ограниченном количестве исследований ($n = 1$) или при анализе исследований, проведенных в рамках одного исследовательского проекта. По результатам оценки GRADE 18 из 30 маркеров имели низкий или очень низкий уровень достоверности.

Полученные данные свидетельствуют о потенциальной ценности выявленных маркеров для диагностики состояния перетренированности, однако их применение целесообразно только при условии комплексного подхода, который предполагает одновременную оценку маркеров различных функциональных систем. Также необходимы дальнейшие проспективные исследования, направленные на стандартизацию диагностических протоколов, оценку диагностической точности маркеров перетренированности, включающие спортсменов разного пола и уровня подготовки. Для объективной оценки состояния спортсмена при диагностике перетренированности помимо изучения и определения уровня маркеров необходимо учитывать внешние факторы, которые могут оказывать влияние на состояние спортсмена (сон, стресс, психосоциальные факторы, ограничения в калорийности питания и т.д.).

Литература / References

1. Armstrong LE, Bergeron MF, Lee EC, Mershon JE, Armstrong EM. Overtraining syndrome as a complex systems phenomenon. *Frontiers in Network Physiology*. 2022;1:794392. <https://doi.org/10.3389/fnetp.2021.794392>
2. Carrard J, Rigort AC, Appenzeller-Herzog C, Colledge F, Königstein K, Hinrichs T, et al. Diagnosing overtraining syndrome: A scoping review. *Sports Health*. 2022;14(5):665–73. <https://doi.org/10.1177/19417381211044739>
3. Varlet-Marie E, Mercier J, Brun JF. Is plasma viscosity a predictor of overtraining in athletes? *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2006;35(1-2):329–32. PMID: 16899952
4. Brel YI, Faschenko YI, Melnik SN. Overtraining syndrome: peculiarities and perspectives of diagnostics. *Opera Medica et Physiologica*. 2023;10(3):5–22. <https://doi.org/10.24412/2500-2295-2023-3-5-22>
5. Weakley J, Halson SL, Mujika I. Overtraining syndrome symptoms and diagnosis in athletes: where is the research? A systematic review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2022;17(5):675–81. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2021-0448>
6. Valdesalici A, Sella E, Domenicucci R, Ghisi M, Borella E. Effects of non-functional overreaching and overtraining syndrome on psychological and cognitive functioning in elite athletes: A Systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*. 2026;84:103079. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2026.103079>
7. Lipka A, Luthardt C, Tognaccioli T, Cairo B, Abreu RMD. Heart rate variability and overtraining in soccer players: A systematic review. *Physiological Reports*. 2025;13:e70357. <https://doi.org/10.14814/phy2.70357>
8. Nowicka I, Łuniewski B, Macko A, Łuniewska M, Turek PR. Possible hormonal biomarkers in the diagnosis of overtraining syndrome (OTS)-a literature review. *Quality in Sport*. 2026;50:68113. <https://doi.org/10.12775/QS.2026.50.68113>
9. Будко АН, Рыбина ИЛ. Биохимические аспекты перетренированности у спортсменов в конькобежном спорте. *Прикладная спортивная наука*. 2016;1(3):44–9. Budko AN, Rybina IL. Biochemical aspects of overtraining in speed skating athletes. *Applied Sports Science*. 2016;1(3):44–9 (In Russ.). EDN: WITJTR
10. Аллахарова КЭ, Невзорова ЕВ, Гулин АВ. Оценка интенсивности физической нагрузки и расчет индекса анаболизма как критерия перетренированности. *Вестник Тамбовского университета. Серия: естественные и технические науки*. 2017;22(2):382–6. Allakhyarova KE, Nevzorova EV, Gulina AV. Assessment of physical activity intensity and calculation of anabolism index as a criterion of overtraining. *Bulletin of Tambov State University. Natural Sciences*. 2017;22(2):382–6 (In Russ.). <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-2-382-386>
11. Buchwald RL, Buchwald J, Lehtonen E, Peltonen JE, Uusitalo AL. A comprehensive analysis of overtraining syndrome in athletes and recreational exercisers. *International Journal of Sports Medicine*. 2025;46(12):898–907. <https://doi.org/10.1055/a-2611-3598>
12. Kajaia Y, Maskhulia L, Chelidze K, Akhalkatsi V, Kakhabrishvili Z. The effects of non-functional overreaching and overtraining on autonomic nervous system function in highly trained Georgian athletes. *Georgian Medical News*. 2017;3(264):97–103. PMID: 28480859.

13. Grant CC, Janse Van Rensburg DC, Collins R, Wood PS, Du Toit PJ. The Profile of Mood State (POMS) questionnaire as an indicator of Overtraining Syndrome (OTS) in endurance athletes. *African Journal for Physical, Health Education, Recreation and Dance*. 2012;18(1):23–32.
14. Ranahan AM, Pignanelli C, Thompson KM, Burr JF, Coates AM. Alterations in glycemic control and glucose tolerance following overtraining in endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2025;50:1–10. <https://doi.org/10.1139/apnm-2025-0278>
15. Fatouros IG, Destouni A, Margonis K, Jamurtas AZ, Vrettou C, Kouretas D, et al. Cell-free plasma DNA as a novel marker of aseptic inflammation severity related to exercise overtraining. *Clinical Chemistry*. 2006;52(9):1637–45. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2006.070417>
16. Noce F, Costa VT, Szmuchowski LA, Soares DS, De Mello MT. Psychological indicators of overtraining in high level judo athletes in pre- and post-competition periods. *Archives of Budo*. 2014;10:281–6.
17. Cadegiani FA, Kater CE. Body composition, metabolism, sleep, psychological and eating patterns of overtraining syndrome — results of the EROS study (EROS-PROFILE). *Journal of Sports Sciences*. 2018;36(16):1902–10. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1424498>
18. Cadegiani FA, Kater CE. Hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis functioning in overtraining syndrome — findings from endocrine and metabolic responses on overtraining syndrome (EROS) — EROS-HPA study. *Sports Medicine — Open*. 2017;3(1):45. <https://doi.org/10.1186/s40798-017-0113-0>
19. Cadegiani FA, Kater CE. Hormonal response to a non-exercise stress test in athletes with overtraining syndrome: results from the Endocrine and metabolic Responses on Overtraining Syndrome (EROS)—EROS-STRESS. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2018;21(7):648–53. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.10.033>
20. Cadegiani FA, Kater CE. Inter-correlations among clinical, metabolic, and biochemical parameters and their predictive value in healthy and overtrained male athletes: the EROS-CORRELATIONS study. *Frontiers in Endocrinology*. 2019;10:534. <https://doi.org/10.3389/fendo.2019.00858>
21. Cadegiani FA, Kater CE, Gazola M. Clinical and biochemical characteristics of high-intensity functional training (HIFT) and overtraining syndrome — findings from the EROS study (The EROS-HIFT). *Sports Medicine Open*. 2019;27(11):1296–307. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1555912>
22. Fagundes LHS, Costa ITD, Reis CP, Pinheiro GDS, Costa VT. Monitoring of overtraining and motivation in elite soccer players. *Motriz: Revista de Educação Física*. 2021;27:e102100109. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742021022221>
23. Slivka DR, Hailes WS, Cuddy JS, Ruby BC. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining. *Journal of Strength & Conditioning Research*. 2010;24(10):2604–12. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e8a4eb>
24. Anderson T, Haake S, Lane AR, Hackney AC. Changes in resting salivary testosterone, cortisol and interleukin-6 as biomarkers of overtraining. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*. 2016;101(2):2–7. PMID: 29708232
25. Nicoll JX, Fry AC, Mosier EM, Olsen LA, Sontag SA. MAPK, androgen, and glucocorticoid receptor phosphorylation following high-frequency resistance exercise non-functional overreaching. *European Journal of Applied Physiology*. 2019;119(10):2237–53. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04200-y>
26. Tian Y, He Z. Monitoring overtraining in women wrestlers. *International Journal of Wrestling Science*. 2013;3(2):51–7. <https://doi.org/10.1080/21615667.2013.10878988>
27. Kargarfard M, Amiri E, Shaw I, Shariat A, Shaw BS. Salivary testosterone and cortisol concentrations, and psychological overtraining scores as indicators of overtraining syndromes among elite soccer players. *Revista de Psicología del Deporte*. 2018;27(1):155–60. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2002.000254>
28. Gasser BA, Vogel R, Wehrli J. Effects of a 6-week additional work on performance capacity — Hints for a parasympathetic overtraining? *Journal of Human Sport and Exercise*. 2022;17(3):690–702. <https://doi.org/10.14198/jhse.2022.173.12>
29. Le Meur YL, Hausswirth C, Natta F, Couturier A, Bignet F, Vidal PP. A multidisciplinary approach to overreaching detection in endurance trained athletes. *Journal of Applied Physiology*. 2013;114(3):411–20. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01254.2012>
30. Hackney AC, Kallman A, Hosick KP, Rubin DA, Battaglini CL. Thyroid hormonal responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise sessions. *Hormones*. 2012;11(1):54–60. <https://doi.org/10.1007/BF03401537>
31. Brini S, Clark CC, Ouergui I, Delextrat A, Yagin FH, Muscella A, et al. Plasma and salivary measures of testosterone and cortisol levels in basketball players under various games/training conditions, and nutritional strategies: an updated systematic review. *Frontiers in Physiology*. 2025;16:1678971. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1678971>
32. Lopes TR, Pereira HM, Silva BM. Perceived exertion: Revisiting the history and updating the neurophysiology and the practical applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(21):14439. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114439>

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: Ф.А. Мавлиев — идея и планирование работы, выполнение поиска литературы, извлечение и систематизация данных, подготовка итоговой версии статьи; А.Ш. Абдрахманова — выполнение поиска литературы, извлечение и систематизация данных, написание черновой версии статьи; В.Р. Карфик — извлечение и систематизация данных, редактирование статьи; Т.В. Сабиров — участие в обсуждении результатов, написание и редактирование статьи; Ф.Р. Зотова — планирование работы, разработка стратегии поиска литературы, написание текста статьи, подготовка итоговой версии статьи.

Об авторах:

Мавлиев Фанис Азгатович, канд. биол. наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8981-7583>

Абдрахманова Аделя Шамильевна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4971-7822>

Карфик Владислав Рафаэлевич, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0253-8707>

Сабиров Тимур Васильевич, ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-3169-1453>

Зотова Фируза Рахматулловна, д-р пед. наук, профессор, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8711-8807>