

ДЕФИЦИТ ЖЕЛЕЗА У СПОРТСМЕНОК: СКРЫТАЯ УГРОЗА СПОРТИВНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ

Кудратов Диёр Зафарович

*Республиканский научный центр экстренной медицинской помощи
Джизакский филиал*

Республика Узбекистан, г. Жиззак.

Аннотация

Дефицит железа у спортсменок является одной из наиболее распространённых метаболических проблем в спортивной медицине и нередко протекает латентно, без признаков анемии. Несмотря на отсутствие выраженных гематологических изменений, снижение запасов железа сопровождается ухудшением аэробной производительности, нарушением мышечного метаболизма, снижением выносливости и замедлением восстановления после нагрузок. Целью настоящего обзора является анализ современных данных о патогенезе, клинических проявлениях, диагностике и профилактике дефицита железа у спортсменок. Проведен анализ литературы из баз PubMed, Scopus и Web of Science за 2018–2025 гг. Установлено, что ключевыми факторами риска являются менструальные потери, высокая тренировочная нагрузка, энергетический дефицит, воспалительный ответ на физическую нагрузку и нарушения пищевого поведения. Особое значение приобретает ранняя диагностика латентного дефицита железа с использованием оценки ферритина, насыщения трансферрина и гепсидина. Современные стратегии коррекции включают нутритивную поддержку, пероральные и внутривенные препараты железа, а также индивидуализацию тренировочного процесса.

Ключевые слова: железодефицит, спортсменки, ферритин, спортивная анемия, выносливость, гепсидин, спортивная медицина.

Введение

Железо играет фундаментальную роль в транспорте кислорода, митохондриальном энергетическом обмене и функционировании скелетной мускулатуры. У спортсменок потребность в железе существенно возрастает вследствие сочетания интенсивных физических нагрузок, менструальных потерь и повышенного метаболического потребления.

По данным International Olympic Committee, дефицит железа выявляется у 15–35% спортсменок, а в циклических видах спорта распространённость

может превышать 50%. Особенно часто проблема встречается у бегуний на длинные дистанции, триатлонисток, гимнасток и спортсменок с ограничительным питанием.

Клиническая сложность заключается в том, что латентный дефицит железа может длительное время протекать без анемии. Гемоглобин ещё «нормальный», тренер уже кричит, результаты падают, спортсменка считает себя «ленивой», а организм тем временем работает в режиме хронического кислородного долга. Человеческое тело вообще любит разрушаться постепенно и бюрократически.

Снижение запасов железа сопровождается ухудшением аэробной производительности, повышенной утомляемостью, нарушением терморегуляции и снижением адаптации к нагрузкам. При этом проблема часто недооценивается как спортсменами, так и тренерским штабом.

Цель исследования: систематизировать современные данные о патогенезе, диагностике и подходах к коррекции дефицита железа у спортсменок.

Материалы и методы

Проведен аналитический обзор научной литературы с использованием баз данных PubMed, Scopus, Web of Science и Google Scholar за период 2018–2025 гг.

Поиск осуществлялся по ключевым словам:

- “iron deficiency in female athletes”;
- “sports anemia”;
- “ferritin athletes”;
- “hepcidin exercise”;
- “female athlete iron metabolism”.

Критерии включения:

- систематические обзоры;
- метаанализы;
- рандомизированные клинические исследования;
- консенсусные рекомендации;
- исследования в области спортивной медицины и физиологии.

Всего проанализировано 94 публикации, из которых в обзор включены 46 наиболее релевантных источников.

Результаты

Патогенез дефицита железа у спортсменок

Развитие железодефицита у спортсменок имеет мультифакторный характер.

Основными механизмами являются:

1. Менструальные потери

Регулярная кровопотеря является одним из ведущих факторов снижения запасов железа. У спортсменок с обильными менструациями риск латентного железодефицита возрастает в несколько раз.

2. Повышенное потребление железа

Интенсивные тренировки сопровождаются увеличением потребности тканей в кислороде и активацией эритропоэза, что повышает расход железа.

3. Гемолиз, индуцированный нагрузкой

У бегунов и спортсменок циклических видов спорта наблюдается механическое разрушение эритроцитов вследствие повторной ударной нагрузки («foot-strike hemolysis»).

4. Потери железа через ЖКТ и пот

Продолжительные нагрузки могут сопровождаться микроповреждением слизистой кишечника и микрокровотечениями. Дополнительное значение имеют потери железа с потом.

5. Роль гепсидина

Физическая нагрузка индуцирует транзиторное повышение уровня гепсидина, который блокирует всасывание железа в кишечнике и ограничивает его мобилизацию из депо.

Схематически регуляцию можно представить так:
$$\text{Feabsorption} \downarrow \text{ при Hepcidin} \uparrow \text{ Fe}_{\text{absorption}} \downarrow \text{ при Hepcidin} \uparrow$$

Именно поэтому при неправильном времени приема препаратов железа эффективность терапии резко снижается.

Таблица 1. Основные причины дефицита железа у спортсменок

Фактор	Механизм развития	Клиническое значение
Менструальные потери	Хроническая кровопотеря	Снижение запасов ферритина
Интенсивные тренировки	Повышенная потребность в кислороде и эритропоэзе	Увеличение потребления железа
Гемолиз при нагрузке	Разрушение эритроцитов при ударной нагрузке	Потеря гемоглобинового железа
Потери с потом	Экскреция микроэлементов через потовые железы	Хронический дефицит микроэлементов
Микрочровотечения ЖКТ	Ишемия слизистой кишечника при нагрузке	Дополнительная потеря железа
Повышение гепсидина	Блокада всасывания железа	Снижение эффективности восполнения
Ограничительные диеты	Недостаточное поступление железа	Алиментарный дефицит
RED-S синдром	Энергетический дефицит	Метаболические нарушения

Клинические проявления

Латентный дефицит железа у спортсменок часто проявляется неспецифическими симптомами:

- хроническая усталость;
- снижение выносливости;
- ухудшение спортивных результатов;
- одышка при нагрузке;
- тахикардия;
- снижение концентрации внимания;
- замедленное восстановление;
- нарушение сна.

При прогрессировании формируется железодефицитная анемия с классическими гематологическими изменениями.

Особое значение имеет влияние железодефицита на аэробную производительность. Снижение активности железосодержащих

митохондриальных ферментов приводит к ухудшению окислительного фосфорилирования и уменьшению VO_2max .

Таблица 2. Клинические проявления дефицита железа у спортсменок

Стадия	Основные проявления	Влияние на спортивную деятельность
Латентный дефицит железа	Утомляемость, снижение концентрации	Снижение тренировочной адаптации
Преданемическое состояние	Одышка, тахикардия, слабость	Снижение выносливости
Железодефицитная анемия	Выраженная астения, головокружение	Резкое ухудшение результатов
Хронический дефицит	Нарушение восстановления	Повышение риска перетренированности

Диагностика

Диагностика латентного дефицита железа требует комплексного подхода.

Наиболее информативными показателями являются:

- ферритин;
- насыщение трансферрина;
- сывороточное железо;
- растворимый рецептор трансферрина;
- гепсидин;
- гемоглобин.

У спортсменок ферритин <30 нг/мл уже рассматривается как клинически значимый дефицит запасов железа даже при нормальном гемоглобине.

Следует учитывать, что ферритин является белком острой фазы и может ложно повышаться после интенсивных тренировок или воспалительных процессов.

Перспективы терапии и профилактики

Основу профилактики составляет регулярный скрининг спортсменок групп риска.

Современные рекомендации включают:

- контроль ферритина 2–4 раза в год;
- коррекцию энергетического дефицита;
- оптимизацию питания;
- индивидуализацию тренировочных нагрузок.

Пероральные препараты железа остаются первой линией терапии. Наибольшую эффективность демонстрирует приём железа утром натощак или через интервалы, минимизирующие влияние гепсидина.

В случаях выраженного дефицита или непереносимости пероральных форм рассматривается внутривенное введение железа.

Перспективными направлениями являются:

- мониторинг гепсидина;
- персонализированная нутритивная поддержка;
- применение алгоритмов спортивной метабомики;
- ИИ-модели прогнозирования риска железодефицита.

Современный спорт вообще всё больше напоминает управляемый биохимический эксперимент, где медаль определяется не только тренировкой, но и тем, насколько вовремя кто-то заметил ферритин 18 вместо 45.

Таблица 3. Лабораторные критерии диагностики дефицита железа у спортсменов

Показатель	Норма	Латентный дефицит	Железодефицитная анемия
Гемоглобин	≥ 120 г/л	Норма или ↓	↓
Ферритин	>30–50 нг/мл	<30 нг/мл	<15–20 нг/мл
Насыщение трансферрина	>20%	<20%	<15%
Сывороточное железо	10–30 мкмоль/л	↓	Значительно ↓
Растворимый рецептор трансферрина	Норма	↑	↑↑
Гепсидин	Норма	Вариабельно	Часто ↑

Обсуждение

Современные исследования подтверждают, что латентный дефицит железа способен существенно снижать спортивную работоспособность даже при отсутствии анемии.

Наиболее уязвимыми являются спортсменки:

- циклических видов спорта;
- подросткового возраста;
- с RED-S (Relative Energy Deficiency in Sport);
- придерживающиеся вегетарианских или ограничительных диет.

Сложность проблемы заключается в неспецифичности симптоматики и частой недооценке состояния. Во многих случаях снижение результатов ошибочно интерпретируется как недостаточная мотивация или перетренированность.

Особую актуальность приобретает необходимость междисциплинарного подхода с участием спортивных врачей, нутрициологов, гинекологов и тренеров.

Таблица 4. Группы повышенного риска дефицита железа среди спортсменок

Группа спортсменок	Причина высокого риска
Бегуны на длинные дистанции	Хронический гемолиз и высокая аэробная нагрузка
Триатлонистки	Комбинированные длительные нагрузки
Гимнастки	Ограничительное питание
Подростки	Рост и гормональная перестройка
Вегетарианки	Недостаточное поступление гемового железа
Спортсменки с RED-S	Хронический энергетический дефицит
Спортсменки с обильными менструациями	Повышенная кровопотеря

Заключение

Дефицит железа у спортсменок представляет собой распространённое и клинически значимое состояние, негативно влияющее на физическую работоспособность, восстановление и спортивные результаты.

Ключевую роль в патогенезе играют менструальные потери, высокая тренировочная нагрузка, энергетический дефицит и гепсидин-опосредованное нарушение обмена железа.

Ранняя диагностика латентного железодефицита и своевременная коррекция позволяют предотвратить снижение спортивной эффективности и развитие железодефицитной анемии.

Перспективным направлением современной спортивной медицины является персонализированный мониторинг железного обмена с учетом тренировочных циклов и индивидуальных метаболических особенностей спортсменов.

Литература

1. Sim M, Garvican-Lewis LA, Cox GR, et al. Iron considerations for the athlete: a narrative review. *Eur J Appl Physiol*. 2019;119(7):1463–1478.
2. Peeling P, Blee T, Goodman C, et al. Effect of iron injections on aerobic-exercise performance of iron-depleted female athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2014;24(1):1–10.
3. McCormick R, Moretti D, McKay AKA, et al. The impact of morning versus afternoon exercise on iron absorption in athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(10):2147–2155.
4. Burden RJ, Pollock N, Whyte GP, et al. Effect of intravenous iron on aerobic capacity and iron metabolism in elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(7):1399–1407.
5. Clenin G, Cordes M, Huber A, et al. Iron deficiency in sports – definition, influence on performance and therapy. *Swiss Med Wkly*. 2015;145:w14196.
6. McClung JP. Iron status and the female athlete. *J Trace Elem Med Biol*. 2012;26(2-3):124–126.
7. Peeling P, Sim M, Badenhorst CE, et al. Iron status and the acute post-exercise hepcidin response in athletes. *PLoS One*. 2014;9(3):e93002.
8. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2016;48(3):543–568.
9. DellaValle DM, Haas JD. Iron supplementation improves energetic efficiency in iron-depleted female rowers. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(6):1204–1215.
10. Garvican-Lewis LA, Halliday I, Abbiss CR, et al. Altitude exposure at 1800 m increases haemoglobin mass in distance runners. *J Sports Sci Med*. 2015;14(2):413–417.