

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

УДК 796.015.26+615.825+612.76(574)  
DOI 10.59598/МЕ-2305-6053-2025-117-4-59-69

Н. М. Харисова<sup>1</sup>, Ф. А. Миндубаева<sup>1\*</sup>, Л. М. Смирнова<sup>2</sup>

## СИНДРОМ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ У СПОРТСМЕНОВ: ДИАГНОСТИКА И КОРРЕКЦИЯ

<sup>1</sup> Кафедра физиологии НАО «Карагандинский медицинский университет» (100008, Республика Казахстан; г. Караганда, ул. Гоголя, 40; e-mail: info@qmu.kz)

<sup>2</sup> Костромской государственный университет (156005, Российская Федерация, г. Кострома, ул. Дзержинского, 17; e-mail: info@ksu.edu.ru)

\*Фарида Анваровна Миндубаева – кафедра физиологии НАО «Карагандинский медицинский университет»; 100008, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Гоголя, 40; e-mail: Mindubaeva@qmu.kz

Целью исследования явился комплексный анализ адаптационных реакций кардиореспираторной и психофизиологической систем у юных спортсменов различной специализации. В рамках работы изучены функциональные показатели внешнего дыхания, сердечно-сосудистой активности, когнитивного состояния и уровня тревожности с учётом возраста, соматотипа, спортивного стажа и профиля подготовки.

Обследованы юноши, занимающиеся мини-футболом, волейболом, плаванием, боксом и легкой атлетикой. Установлено, что спортсмены с многолетним опытом демонстрируют более высокие значения жизненной емкости легких, минутного объема дыхания и вентиляционной мощности, что свидетельствует о сформированной дыхательной адаптации. Психофизиологические тесты выявили достоверные преимущества тренированных участников в развитии памяти, внимания и устойчивости к стрессу ( $p<0,05$ ).

Особое внимание в исследовании уделено диагностике и профилактике синдрома перетренированности, проявляющегося через снижение вентиляционной эффективности, вегетативный дисбаланс, эмоциональную нестабильность и признаки функционального истощения. Установлена прямая зависимость функционального состояния кардиореспираторной системы от уровня долговременной адаптации к специфической мышечной деятельности.

В качестве перспективного направления предложено изучение роли миокинов – биологически активных молекул, синтезируемых мышечной тканью, – как потенциальных маркеров адаптации, восстановления и перетренированности. Их интеграция в диагностические протоколы может повысить точность оценки функционального состояния спортсменов.

Результаты исследования могут быть использованы в практике спортивной медицины для разработки индивидуализированных программ подготовки, спортивной селекции и мониторинга состояния юных спортсменов.

**Ключевые слова:** адаптация; дыхательная функция; кардиореспираторная система; психофизиология; перетренированность; миокины

### ВВЕДЕНИЕ

Современный спорт предъявляет все более высокие требования к результативности, что особенно остро отражается на здоровье подростков и молодых спортсменов. С одной стороны, регулярная физическая активность способствует укреплению здоровья, развитию адаптационных механизмов и устойчивости к стрессу [8, 24, 25]. С другой – несбалансированный тренировочный процесс может привести к функциональным нарушениям, включая синдром перетренированности (СП), который представляет собой системное расстройство адаптации организма.

СП развивается при хроническом несоответствии между объемом физической нагрузки и временем восстановления. Он сопровождается снижением работоспособности, нарушением вегетативной регуляции, гормонального и иммун-

ного баланса, а также ухудшением психоэмоционального состояния [5, 6, 12, 13]. Особенno уязвимы подростки, у которых процессы биологического созревания совпадают с интенсивными тренировками.

Функциональная адаптация к физическим нагрузкам включает в себя перестройку дыхательной, сердечно-сосудистой и нейрогуморальной регуляции. Производительность системы кислородного снабжения, лимитируемая возможностями сердечно-сосудистой системы, является ключевым фактором при выполнении интенсивной мышечной работы [23]. При этом недостаточно изучены возрастные особенности дыхательной функции, особенно ее объемно-временные и объемно-скоростные параметры, что затрудняет объективную оценку адаптационного состояния спортсменов [21, 22].

Для мониторинга адаптационного состояния используются интегральные маркеры: максимальное потребление кислорода ( $VO_{2\text{max}}$ ), индекс индивидуальной минуты, частота сердечных сокращений, артериальное давление, уровень тревожности и адаптационный потенциал. Эти показатели позволяют выявить ранние признаки функциональной дезадаптации и своевременно скорректировать тренировочный процесс [5, 6].

Психологическая готовность и способность к управлению стрессом являются решающими факторами достижения высоких спортивных результатов. Хронический стресс снижает эффективность адаптационных механизмов и повышает риск СП. Психофизиологические показатели – уровень тревожности, устойчивость внимания, скорость восстановления – являются чувствительными маркерами дезадаптации. СП сопровождается нарушением когнитивной устойчивости, повышенной тревожностью и снижением мотивации [12, 13, 21, 22].

Физиологические и психофизиологические тесты позволяют оперативно оценить текущее функциональное состояние спортсмена, выявить признаки перенапряжения и дезадаптации. Однако такие методы отражают преимущественно реактивные изменения и не всегда позволяют прогнозировать устойчивость организма к нагрузкам в долгосрочной перспективе. В этой связи особую ценность приобретает анализ генетических и молекулярных маркеров, способных дополнить функциональную диагностику.

Генетическая конституция индивида определяет синтез белков, ферментов и регуляторных молекул, участвующих в биохимических и физиологических процессах адаптации. Исследования подтверждают высокую наследуемость морфофункциональных признаков: мышечной массы,  $VO_{2\text{max}}$ , вентиляционной мощности и устойчивости к нагрузкам [8]. Генетическая предрасположенность играет важную роль в спортивной селекции. Полиморфизмы генов ACTN3, ACE, AMPD1, PPARA, NOS3 и других ассоциированы с развитием скоростно-силовых или аэробных качеств [1, 2, 3, 19]. Например, генотип RR гена ACTN3 связан с преимуществом в спринтерских дисциплинах, а II гена ACE – с выносливостью. Ген AMPD1 влияет на анаэробный метаболизм, его мутации могут ограничивать спортивный потенциал. Несмотря на ассоциативный характер большинства данных, генетическое тестирование может служить дополнительным инструментом в спортивной селекции и профилактике СП.

Однако для более точной оценки адаптационного состояния организма и раннего выявления признаков функционального перенапряжения одних лишь генетических данных недостаточно. Всё большее значение приобретают молекулярные маркеры текущего физиологического состояния — прежде всего миокины. Эти сигнальные белки, синтезируемые скелетной муску-

латурой в ответ на физическую нагрузку, отражают динамические процессы межсистемной регуляции и позволяют оценить баланс между адаптацией и дезадаптацией в условиях тренировочного стресса. Миокиновый профиль может служить оперативным индикатором развития СП, дополняя генетическую информацию и функциональные тесты.

Миокины участвуют в межсистемной регуляции между мышечной, иммунной, эндокринной и нервной системами. При адекватной нагрузке они способствуют противовоспалительным и метаболическим эффектам. Однако при хроническом перенапряжении возникает дисбаланс между провоспалительными и противовоспалительными миокинами, способствующий системному воспалению и снижению адаптационного потенциала [5, 6].

Наиболее изученные миокины, ассоциированные с СП: **IL-6** – при хронической нагрузке способствует воспалению и катаболизму; **TNF- $\alpha$**  – связан с мышечной усталостью и системным воспалением; **IL-15** – регулирует метаболизм и иммунные реакции; **BDNF** – влияет на когнитивные функции, настроение и нейропластичность [1, 2, 3, 12, 13].

Дополнительно анализируется уровень циркулирующих миокинов (IL-6, BDNF, irisin), участвующих в регуляции метаболизма, иммунного ответа и межорганной коммуникации [9, 10].

Таким образом, понимание причин и последствий функциональных изменений в организме спортсмена невозможно без учета закономерностей психического стресса, физиологической адаптации, генетической предрасположенности и молекулярных маркеров. Междисциплинарный подход, включающий функциональные тесты, психофизиологическую диагностику и анализ миокинового профиля, представляет собой перспективное направление современной спортивной науки и практики. Он позволяет не только повысить точность оценки адаптационного состояния, но и своевременно выявлять риски развития синдрома перетренированности, особенно у подростков в период биологического созревания.

**Цель работы** – оценка особенностей проявления синдрома перетренированности у подростков-спортсменов на основе комплексного анализа функциональных и психоэмоциональных показателей, с учетом вида спорта, телосложения и тренировочного стажа.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование СП у подростков-спортсменов проводилось с междисциплинарных позиций, охватывающих физиологические, кардиореспираторные и психофизиологические аспекты адаптации организма к физическим нагрузкам. Диагностика была комплексной, с акцентом на функциональные показатели и психоэмоциональное состояние испытуемых.

Контингент испытуемых включал в себя 58 юношей в возрасте 14-22 лет, занимающихся мини-футболом, волейболом, плаванием, боксом и легкой атлетикой. Учитывались тип телосложения (по индексу Пинье) и стаж занятий (от 1 года до более 5 лет). Для сравнительного анализа была сформирована контрольная группа из 45 юношей аналогичного возраста, не занимающихся спортом профессионально.

Исследование осуществлялось на базе кафедры физиологии НАО «Карагандинский медицинский университет» (г. Караганда, Республика Казахстан), спортивного комплекса «Тулпар» (г. Караганда, Республика Казахстан), колледжа «ЦКУ МГТИ-ЛИНГВА» (г. Караганда, Республика Казахстан) и факультета физического воспитания Костромского государственного университета (г. Кострома, Российская Федерация). Все этапы соответствовали требованиям биоэтики: участники были информированы о целях, методах и возможных рисках, от каждого было получено добровольное согласие на участие.

Физиологическая диагностика в рамках исследования охватывала регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) в покое, при физической нагрузке и в восстановительный период, а также проведение спирографии до и после нагрузки с оценкой дыхательных объемов и бронхиальной проходимости. Для определения аэробной и анаэробной выносливости применялась велоэргометрия. Дополнительно измерялись частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление, индекс индивидуальной минуты и показатель максимального потребления кислорода ( $VO_{2\max}$ ). Полученные кардиореспираторные данные анализировались с использованием индексов Кердо и Робинсона, формулы Баевского и коэффициента здоровья, что позволило комплексно оценить адаптационный потенциал и степень функционального напряжения организма.

Психофизиологическое тестирование включало в себя оценку слуховой, зрительной и моторно-слуховой памяти, определение уровня тревожности с использованием опросника Дж. Тейлора в адаптации Немчинова и Норакидзе, дополненного шкалой лжи, а также анализ устойчивости внимания и степени эмоционального напряжения. Эти параметры рассматривались как чувствительные маркеры функциональной дезадаптации, характерной для синдрома перетренированности.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием Microsoft Excel и специализированных программных пакетов. Расчитывались средние значения, стандартные ошибки, применялись t-критерий Стьюдента и коэффициенты корреляции. Уровень статистической значимости принимался при  $p<0,05$ , что обеспечивало надежность и воспроизводимость результатов.

Полученные данные позволили установить взаимосвязи между физиологическими реакциями

ми, психоэмоциональными характеристиками и спортивной специализацией, подтвердив целесообразность комплексного подхода к ранней диагностике и профилактике СП у подростков.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

#### Функциональные показатели дыхательной и сердечно-сосудистой систем у спортсменов на разных этапах многолетней подготовки

Анализ функциональных показателей у спортсменов разных возрастных групп и с различным тренировочным стажем показал достоверные изменения, отражающие формирование более экономичного и устойчивого режима функционирования кардиореспираторной системы.

С возрастом и увеличением спортивного стажа наблюдалось снижение ЧСС в покое: от  $81,6\pm7,29$  уд/мин у спортсменов 13-15 лет до  $68,5\pm5,82$  уд/мин у группы 18-19 лет ( $p<0,05$ ), а также от  $72\pm4$  до  $64\pm3$  уд/мин при сравнении стажевых групп (0,5-1 год и 3-5 лет соответственно). Частота дыхания (fb) также снижалась: от  $20,9\pm3,31$  до  $13,3\pm0,3$  цикл/мин по возрасту и от  $18\pm2$  до  $14\pm1$  вдохов/мин по стажу ( $p<0,05$ ).

Показатель дыхательного объема (VT) возрастал с возрастом: от  $689,4\pm24,3$  мл до  $729,5\pm33,0$  мл, а при анализе стажевых групп максимальные значения VT ( $1200\pm85$  мл) наблюдались у новичков, ранее занимавшихся другими видами спорта, с последующим снижением до  $950\pm70$  мл у группы со стажем 3-5 лет. Коэффициент дыхательной экономичности VT/fb увеличивался от  $33,7\pm4,3$  до  $47,3\pm2,2$  у.е. ( $p<0,05$ ), подтверждая рост эффективности дыхательного цикла.

Дополнительно было выявлено увеличение резервных объемов вдоха (РОвд) – от  $1600\pm90$  мл до  $2100\pm110$  мл, резервного объема выдоха (РОвыд) – от  $1300\pm75$  мл до  $1600\pm95$  мл, жизненной емкости легких (ЖЕЛ) – от  $3100\pm120$  мл до  $3400\pm130$  мл ( $p<0,05$ ). Емкость вдоха (Евд) в группе со стажем 3-5 лет составила  $3000\pm115$  мл, что ниже, чем в группе со стажем 2 года ( $3100\pm110$  мл), вероятно, в связи с адаптацией к специфике тренировочного процесса.

В целом, различия между группами по основным параметрам внешнего дыхания составили в среднем 12% при уровне статистической значимости  $p<0,05$ , что подтверждает достоверность выявленных изменений. Полученные данные согласуются с современными представлениями о механизмах адаптации дыхательной системы к физическим нагрузкам и могут быть использованы для оценки эффективности тренировочного процесса, индивидуализации нагрузок и профилактики функционального перенапряжения у спортсменов игровых видов спорта.

#### Влияние соматотипа и возраста на функцию внешнего дыхания

Анализ функциональных показателей внешнего дыхания достоверные различия, обусловленные типом телосложения и возрастом.

Все выявленные изменения по ключевым параметрам дыхательной системы – ЖЕЛ, емкости вдоха (Евд), резервным объемам вдоха и выдоха (РОвд, РОвыд), дыхательному объему (ДО), частоте дыхания (ЧД), минутному объему дыхания (МОД), максимальной вентиляции легких (МВЛ), а также показателям артериального давления и ЧСС – оказались статистически значимыми при уровне вероятности  $p<0,05$ .

Астеники демонстрировали более выраженную адаптацию дыхательной системы к физическим нагрузкам, что проявлялось в увеличении ЖЕЛ ( $3560\pm135$  мл), Евд ( $3515\pm125$  мл), РОвд ( $2710\pm105$  мл) и снижении ДО ( $650\pm70$  мл) и РОвыд ( $1120\pm80$  мл). Это отражает формирование глубокого и редкого дыхательного паттерна, обеспечивающего эффективный газообмен при минимальных энергетических затратах.

У нормостеников наблюдалась менее выраженные адаптационные изменения: более высокая частота дыхания ( $18\pm2$  вдохов/мин), меньшие значения ЖЕЛ, МВЛ, МОД, РОвд, РОвыд, а также менее экономичный тип дыхания. Однако с возрастом и увеличением тренированности у представителей всех соматотипов отмечалась положительная динамика дыхательных параметров: ЖЕЛ возрастила с  $3100\pm120$  мл (14-15 лет) до  $3400\pm130$  мл (18-19 лет), РОвд – от  $1600\pm90$  мл до  $1900\pm95$  мл, РОвыд – от  $1300\pm85$  мл до  $1500\pm90$  мл.

После дозированной физической нагрузки у нормостеников фиксировалось повышение систолического давления (с  $112\pm4$  до  $118\pm5$  мм рт. ст.), снижение диастолического (с  $78\pm3$  до  $75\pm3$  мм рт. ст.) и увеличение ЧСС (с  $72\pm5$  до  $84\pm6$  уд/мин), что отражает активацию симпатической регуляции и увеличение минутного объема кровообращения.

Коэффициент корреляции между показателями функции внешнего дыхания (ФВД) и артериального давления составил  $r=0,97$ , что подтверждает тесную взаимосвязь между дыхательной и сердечно-сосудистой системами.

Таким образом, индивидуально-типологические особенности и возраст являются значимыми факторами, определяющими характер дыхательной адаптации у юных спортсменов. Учет соматотипа при планировании тренировочной нагрузки, спортивной селекции и разработке персонализированных программ функциональной подготовки позволяет повысить эффективность тренировочного процесса и минимизировать риски функционального перенапряжения. Все выявленные различия подтверждены статистически достоверными показателями ( $p<0,05$ ), что обеспечивает надежность полученных выводов.

### Сравнительный анализ параметров функции внешнего дыхания до и после дозированной физической нагрузки

Проведенные исследования спортсменов нормостенического и астенического соматотипов

первой возрастной группы (14-15 лет) позволили выявить особенности адаптационных реакций системы внешнего дыхания на нагрузку субмаксимальной мощности.

У представителей нормостенического типа наблюдалась выраженные приспособительные реакции дыхательной системы, отражающие высокую степень адаптации к физической нагрузке. Минутный объем дыхания увеличился с  $18,5\pm1,2$  до  $19,2\pm1,3$  л/мин (на 3,7%). Резервный объем вдоха вырос с  $1600\pm90$  до  $1852\pm95$  мл (+15,75%), резервный объем выдоха – с  $1300\pm85$  до  $1928\pm90$  мл (на 48,3%). Максимальная вентиляция легких повысилась с  $82,0\pm4,5$  до  $83,7\pm4,8$  л/мин (+2,1%), жизненная емкость легких – с  $3100\pm120$  до  $3376\pm125$  мл (+8,9%). Особенно значимым оказался прирост резервного объема выдоха, свидетельствующий о снижении сопротивления в воздухоносных путях и улучшении бронхиальной проходимости.

У спортсменов астенического типа наблюдалась иная динамика дыхательных показателей. Дыхательный объем увеличился с  $650\pm70$  до  $980\pm75$  мл (на 50,7%). При этом резервный объем вдоха снизился с  $2710\pm105$  до  $2084\pm100$  мл (-23,1%), а емкость вдоха – с  $3515\pm125$  до  $3046\pm120$  мл (-13,3%). Резервный объем выдоха увеличился с  $1120\pm80$  до  $1370\pm85$  мл (+22,3%), тогда как ЖЕЛ снизилась с  $3560\pm135$  до  $3450\pm130$  мл (-3,1%). Эти изменения отражают особенности дыхательной адаптации у астеников, характеризующиеся увеличением дыхательного объема при одновременном снижении резервных возможностей вдоха.

Такая реакция может свидетельствовать о снижении бронхиальной проходимости, что, вероятно, связано с дисрегуляцией вегетативного тонуса и преобладанием парасимпатической активности. Дополнительным фактором может быть снижение уровня сурфактанта в альвеолах, вызванное гипоксической активацией процессов перекисного окисления липидов при нагрузке субмаксимальной мощности.

Сравнение прироста показателей ФВД между соматотипами выявило достоверное различие только по МОД: у астеников он оказался на 50% выше ( $p<0,05$ ), что объясняется склонностью к работе в зоне субмаксимальной и максимальной интенсивности, сопровождающейся значительным кислородным долгом. Его ликвидация требует усиленной вентиляции в восстановительный период.

Прирост ЖЕЛ у нормостеников был выше на 12% по сравнению с астениками, что связано с различиями в темпе и глубине дыхания, необходимыми для выполнения специфических игровых нагрузок.

Важно отметить, что легочная вентиляция у спортсменов была достаточной для достижения максимального потребления кислорода (МПК). При этом МВЛ может продолжать увеличиваться даже после достижения МПК, что ука-

зывает на отсутствие прямой зависимости между этими показателями. Исключение составляют случаи нарушения механики дыхания, такие как снижение бронхиальной проходимости или ограничение работы дыхательных мышц из-за вынужденного положения тела.

Таким образом, состояние бронхиальной проходимости является важным фактором, определяющим на эффективность работы дыхательной системы и уровень физической работоспособности спортсменов.

### Особенности адаптации респираторной системы

Систематические тренировочные нагрузки формируют устойчивые адаптационные изменения, направленные на повышение эффективности дыхательной функции и аэробной производительности.

Сравнительный анализ показателей функции внешнего дыхания у спортсменов по отношению к контрольной группе, не занимающейся спортом, выявил достоверное увеличение дыхательного объема с  $650 \pm 70$  мл до  $1053 \pm 85$  мл (+62%), резервного объема вдоха – с  $1800 \pm 95$  мл до  $2394 \pm 105$  мл (+33%), резервного объема выдоха – с  $1400 \pm 90$  мл до  $1946 \pm 100$  мл (+39%), емкости вдоха – с  $2450 \pm 110$  мл до  $3405 \pm 120$  мл (+39%) и жизненной емкости легких – с  $3100 \pm 120$  мл до  $3844 \pm 130$  мл (+24%). Показатели дыхательного объема и частоты дыхания у обследованных легкоатлетов укладываются в диапазон физиологической нормы для здоровых лиц (ДО = 0,3 – 0,9 л; ЧД = 10 – 16 дыхательных циклов в минуту). При этом дыхательный находился на верхней границе нормы, что отражает явление экономичного углубления дыхания – снижение частоты дыхания при увеличении его глубины, характерное для тренированных спортсменов в состоянии физиологического покоя.

Адаптационные изменения дыхательной системы включают в себя увеличение числа активно функционирующих альвеол, усиление дыхательной мускулатуры, повышение способности организма к утилизации кислорода, улучшение бронхиальной проходимости и вентиляционной мощности легких. Эти изменения обеспечивают высокий уровень аэробного обеспечения организма во время работы на дистанции, что особенно важно для спортсменов, специализирующихся в беговых дисциплинах средней и длинной продолжительности.

Таким образом, занятия спортом способствуют формированию высокоеффективного дыхательного паттерна, обеспечивающего оптимальные условия для газообмена, устойчивость к физическим нагрузкам и высокий уровень общей выносливости.

### Адаптивные реакции респираторной системы спортсменов различного профиля

В ходе исследования были выявлены как положительные, так и отрицательные адаптационные реакции системы внешнего дыхания (ВД)

у спортсменов различных специализаций в ответ на нагрузку субмаксимальной мощности.

**Адаптивные реакции.** У спортсменов, представляющих циклические виды спорта – футболистов, пловцов и легкоатлетов – наблюдалось достоверное увеличение ключевых показателей вентиляционной функции: **МОД**, **ЖЕЛ**, **Ровд**, **РОвыд**. Эти изменения отражают высокую степень функциональной адаптации дыхательной системы к аэробным нагрузкам. Установлено, что у представителей циклических дисциплин легочная вентиляция была достаточной для достижения максимального потребления кислорода (МПК). Более того, даже после достижения МПК вентиляция продолжала увеличиваться, тогда как сам показатель МПК оставался стабильным или незначительно снижался. Это подтверждает, что легочная вентиляция не является лимитирующим фактором аэробной производительности, за исключением случаев нарушения механики дыхания.

**Дезадаптационные реакции.** У боксеров, напротив, было зафиксировано снижение указанных показателей, что свидетельствует о дезадаптационных реакциях дыхательной системы. Причиной таких изменений может быть гипоксическая активация процессов перекисного окисления липидов, приводящая к дефициту легочного сурфактанта – вещества, обеспечивающего стабильность альвеолярной структуры и эффективность газообмена. Это состояние снижает бронхиальную проходимость и затрудняет вентиляцию, особенно в условиях интенсивной нагрузки.

**Специфика адаптации у пловцов.** Кардиореспираторная система пловцов функционирует в более благоприятных условиях по сравнению с представителями «наземных» видов спорта. Горизонтальное положение тела, гидростатическое давление и массирующее воздействие воды способствуют улучшению венозного возврата и снижению нагрузки на дыхательные мышцы. Однако специфические условия плавания, такие как выдох в воду, затрудняют выполнение полноценного форсированного выдоха, что объясняет снижение РОвыд у пловцов по сравнению с волейболистами и легкоатлетами.

Эти особенности необходимо учитывать при интерпретации данных спирографии и планировании тренировочного процесса. Адаптация дыхательной системы носит видоспецифический характер и зависит от биомеханики движений, условий выполнения упражнений и характера нагрузки.

### Сравнительный анализ показателей функционирования сердечно-сосудистой системы у спортсменов

Исследование кардиореспираторной адаптации у спортсменов позволило выявить особенности функционирования сердечно-сосудистой системы в покое, при дозированной физической нагрузке и в восстановительный период.

У спортсменов первой возрастной группы (14-15 лет) средняя ЧСС в покое составила  $66,14 \pm 5,37$  уд/мин. У 22% обследуемых была выявлена брадикардия (ЧСС < 60 уд/мин), что интерпретировалось как проявление преобладания парасимпатического тонуса, характерного для тренированных лиц с развитой выносливостью. У остальных 78% наблюдался синусовый ритм сердца.

Анализ вегетативной регуляции по индексу Кердо, у 37 спортсменов 15-16 лет показал преобладание симпатикотонических реакций. У 35 участников выявлена симпатикотония, у 19% – выраженная симпатикотония, что свидетельствует о доминировании симпатической активности в регуляции сердечно-сосудистой системы. Парасимпатикотония наблюдалась у 30% испытуемых, состояние вегетативного равновесия – у 16%. При этом выраженной парасимпатикотонии ни у одного спортсмена не зафиксировано, что может отражать специфику адаптационных механизмов в условиях регулярных физических нагрузок. Такая картина свидетельствует о незавершенной адаптации сердечно-сосудистой системы у подростков, находящихся в подготовительном периоде тренировочного цикла.

У 65% обследованных спортсменов интервалы ЭКГ находились в пределах нормы: продолжительность зубца Р составила  $0,09 \pm 0,003$  с, интервал PQ –  $0,14 \pm 0,005$  с, комплекс QRS –  $0,09 \pm 0,002$  с, интервал QT –  $0,36 \pm 0,005$  с, RR –  $0,9 \pm 0,03$  с. Зубцы P1 – P3 и T1 – T3 были положительными, их амплитуда соответствовала нормативным значениям. Сегмент ST оставался изоэлектрическим, что свидетельствует об отсутствии признаков ишемии миокарда. Положение электрической оси сердца варьировалось: у 30% спортсменов наблюдался сдвиг вправо, у 10% – верхушкой кзади, у 15% – тип нормы, у 10% – выраженный поворот влево, интерпретируемый как признак гипертрофии левого желудочка.

Реакция на физическую нагрузку была оценена после дозированной работы на тредмиле. У спортсменов младшей возрастной группы ЧСС увеличилась до  $95,3 \pm 9$  уд/мин, что соответствовало физиологической тахикардии с сохранением правильного ритма. Интервалы PQ, QT и RR сократились соответственно до  $0,12 \pm 0,005$  с,  $0,29 \pm 0,003$  с и  $0,57 \pm 0,01$  с. Через 3 минуты восстановления у 10% спортсменов вновь наблюдалась брадикардия, у остальных – нормальный синусовый ритм. Все ЭКГ-показатели вернулись к исходным значениям, что свидетельствует об адекватной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

Возрастная динамика показала, что наибольшие значения ЧСС до нагрузки наблюдались у младшей группы, наименьшие – у старшей. Аналогичная тенденция была отмечена и по систолическому и диастолическому артериальному давлению. До нагрузки значения STV5 в первой возрастной группе превышали показатели третьей группы на 37%. При включении сту-

пеней нагрузки в младшей группе наблюдалось снижение STV5, тогда как в старшей – увеличение, что отражает различия в адаптационных механизмах между возрастными категориями.

Индекс Робинсона составил 80 усл. ед., что соответствовало уровню выше среднего по степени обеспеченности миокарда кислородом. Адаптационный потенциал, рассчитанный по формуле Баевского, составил 1,765 балла, что свидетельствовало об удовлетворительной адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам.

Эти данные подтверждают концепцию, согласно которой сердечно-сосудистая система является индикатором общих адаптационных реакций организма, а антропометрические показатели – отражением физического статуса.

### Психофизиологическое состояние студентов-спортсменов

В рамках исследования были изучены особенности психофизиологического состояния студентов вузов, ведущих спортивный образ жизни, и студентов с обычным двигательным режимом. В выборке приняли участие 28 человек: 18 студентов-спортсменов в возрасте 18-21 года, представляющих различные виды спорта (футбол, тяжелая атлетика, волейбол, легкая атлетика, бокс), и контрольная группа из 10 студентов 18-22 лет, не занимающихся спортом.

Для оценки когнитивных функций применялись методики, направленные на изучение зрительной, слуховой и моторно-слуховой памяти. Результаты показали, что регулярные занятия физической культурой оказывают положительное влияние на развитие памяти, внимания и восприятия. У студентов-спортсменов наблюдался более высокий уровень развития всех трех видов памяти: слуховая память была выше на 2%, зрительная – на 4,1%, моторно-слуховая – на 6,2% по сравнению с контрольной группой. Показатели внимания также достоверно превосходили значения студентов, не занимающихся спортом. Спортсмены совершали меньше ошибок, демонстрируя лучшую концентрацию и устойчивость внимания, что связано с совершенствованием параметров внимания в процессе двигательной активности, требующей точности, координации и быстроты реакции.

Согласно нейрофизиологическим данным, физическая активность стимулирует деятельность центральной нервной системы, способствует формированию новых условно-рефлекторных связей и нормализации функциональной активности мозга [26]. Таким образом, занятия спортом способствуют гармоничному развитию как физического, так и интеллектуального потенциала студенческой молодежи.

### Проявления факторов стресса в разных видах спорта

В исследовании, проведенном с участием 25 спортсменов в возрасте 18-19 лет, была использована адаптированная шкала Дж. Тей-

лора, включающая в себя 60 утверждений и шкалу лжи. Методика направлена на выявление личностной тревожности и склонности к демонстративности в ответах. Спортсмены представляли различные виды спорта: футбол, волейбол, лёгкую атлетику, дзюдо и бокс. По результатам тестирования они были распределены на три группы в зависимости от уровня тревожности: низкий, средний с тенденцией к низкому, средний с тенденцией к высокому и высокий. Большинство участников (53%) продемонстрировали средний уровень тревожности с тенденцией к высокому, 40% – с тенденцией к низкому, и лишь 8% – высокий уровень тревожности. Эти различия могут быть связаны как с особенностями конкретного вида спорта, так и с индивидуальной психофизиологической устойчивостью. Высокая личностная тревожность ассоциируется с риском развития невротических конфликтов, эмоциональных срывов и психосоматических расстройств. Часто начальным звеном таких нарушений становится утомление, ведущее к снижению работоспособности, что в спортивной практике может негативно сказаться на результативности. Поэтому своевременная диагностика тревожных состояний и невротических расстройств является важной частью психо-физиологического сопровождения спортсменов.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты проведенного исследования подтверждают наличие выраженных адаптационных изменений в кардиореспираторной и психофизиологической системах подростков и студентов, систематически занимающихся спортом. У спортсменов отмечаются достоверные улучшения показателей функции внешнего дыхания, аэробной производительности, устойчивости внимания и когнитивной памяти. Эти эффекты усиливаются с увеличением тренировочного стажа и наиболее выражены у представителей циклических видов спорта, таких как лёгкая атлетика.

Сравнительный анализ в зависимости от соматотипа выявил различия в характере дыхательной адаптации. У нормостеников наблюдался прирост резервных объемов и жизненной емкости легких, тогда как у астеников отмечалось углубление дыхания при снижении резервных возможностей вдоха. Эти особенности требуют учета при индивидуализации тренировочных программ.

Психофизиологические показатели, включая уровень тревожности, устойчивость внимания и скорость восстановления, продемонстрировали высокую чувствительность к функциональному состоянию. У спортсменов они были достоверно выше, что свидетельствовало о положительном влиянии физической активности на нейрофизиологическую регуляцию.

Особое внимание в работе было уделено признакам синдрома перетренированности, ко-

торый проявляется через снижение вентиляционной эффективности, вегетативный дисбаланс и когнитивную нестабильность. У подростков, находящихся в фазе биологического созревания, риск развития СП особенно высок, что требует системного мониторинга и превентивных мер.

### РЕКОМЕНДАЦИИ

Для повышения эффективности тренировочного процесса и профилактики синдрома перетренированности необходимо внедрение комплексной диагностики, охватывающей физиологические, психофизиологические и молекулярные показатели. Индивидуализация тренировочных нагрузок должна учитывать соматотип, возраст, уровень тревожности и адаптационный потенциал спортсмена. Психофизиологические тесты могут использоваться как скрининговый инструмент для оценки когнитивной устойчивости и эмоционального состояния. Перспективным направлением является включение анализа миокинового профиля в систему мониторинга, особенно в периоды интенсивной подготовки и восстановления. Эффективная профилактика СП требует междисциплинарного взаимодействия между тренерами, врачами, физиологами и психологами, обеспечивая целостный подход к подготовке спортсменов.

### ВЫВОДЫ

Спортивная активность оказывает системное положительное влияние на функциональное состояние организма, способствуя развитию дыхательной, сердечно-сосудистой и нейрофизиологической регуляции. У спортсменов наблюдалась достоверные преимущества в показателях внешнего дыхания, аэробной выносливости и когнитивной устойчивости. Синдром перетренированности представляет собой актуальную проблему подросткового спорта, требующую ранней диагностики и комплексной профилактики. Междисциплинарный подход, включающий функциональные тесты, психофизиологическую оценку и молекулярные маркеры, является перспективным направлением современной спортивной науки и практики.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование позволило комплексно оценить функциональное состояние кардиореспираторной и психофизиологической систем юных спортсменов. Установлено, что уровень адаптации к физическим нагрузкам напрямую зависит от возраста, соматотипа, спортивного стажа и специфики тренировочной деятельности. Наиболее высокие показатели функции внешнего дыхания, включая жизненную емкость легких, минутный объем дыхания, максимальную вентиляцию легких и дыхательный объем, были зафиксированы у футболистов с многолетним стажем, что свидетельствует о сформированной дыхательной адаптации и вы-

сокой аэробной производительности.

В то же время у спортсменов с малым стажем наблюдались признаки функционального напряжения, снижение вентиляционной эффективности и ограниченные резервные возможности, что может служить потенциальным маркером риска развития синдрома перетренированности. Анализ сердечно-сосудистой системы показал, что брадикардия в покое может быть как признаком тренированности, так и проявлением функционального истощения. Индекс Робинсона и показатели ЭКГ позволяют оценивать степень обеспеченности миокарда кислородом и продуктивность сердечной деятельности. Нарушения вегетативной регуляции, выявленные по индексу Кердо, указывают на незавершенную адаптацию в подготовительном периоде.

Психофизиологические исследования подтвердили положительное влияние регулярных занятий спортом на когнитивные функции — память, внимание, восприятие. Однако повышенный уровень тревожности у части спортсменов требует внимания, поскольку может быть связан с эмоциональным напряжением, снижением стрессоустойчивости и риском развития невротических состояний, характерных для перетренированного состояния. В свете полученных данных особую актуальность приобретает разработка индивидуализированных программ тренировок, включающих дыхательные методики, психофизиологический мониторинг и профилактику функционального перенапряжения.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве перспективного направления дальнейших исследований предлагается изучение роли миокинов — биологически активных молекул, синтезируемых скелетными мышцами в ответ на физическую нагрузку. Миокины участвуют в регуляции обмена веществ, иммунных реакций, нейропластичности и межсистемной коммуникации между мышечной, дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной системами. Исследование профиля миокинов у спортсменов различной специализации и уровня подготовки позволит выявить молекулярные маркеры адаптации и перетренированности, оценить влияние тренировочной нагрузки на системную регуляцию, разработать биомаркеры для персонализированного контроля восстановления и эффективности тренировок, а также интегрировать молекулярно-генетические и физиологические данные в систему спортивной селекции и мониторинга.

Таким образом, соединение физиологических, психофизиологических и молекулярных подходов открывает новые горизонты в спортивной медицине и подготовке спортсменов, направленные на сохранение здоровья, повышение результативности и профилактику перетренированности.

#### Вклад авторов:

Н. М. Харисова, Ф. А. Миндубаева —

концепция и дизайн исследования.

Л. М. Смирнова — сбор и обработка материала, статистическая обработка.

Н. М. Харисова, Ф. А. Миндубаева, Л. М. Смирнова — редактирование, написание текста.

#### Конфликт интересов:

Конфликт интересов не заявлен.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ahmetov I.I., Fedotovskaya, O.N. Current progress in sports genomics. *Advances in Clinical Chemistry*. 2021; 103: 247-298. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2020.09.006>
2. Ahmetov I.I., Fedotovskaya O.N. Sports genomics: current state and future directions. *Sports Medicine*. 2021; 51 (4): 669-688. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01361-5>
3. Ahmetov I.I., Egorova E.S., Vinogradova O.L., et al. Genetics of muscle recovery and fatigue resistance in athletes. *Neuroscience Letters*. 2021; 756: 135978. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.135978>
4. Bondareva E.A., Kozlova N.V., Safonova I.A. Влияние полиморфизма гена ACE на физическую работоспособность спортсменов. *Вестник спортивной науки*. 2015; 2: 34-39.
5. Bonin A. Cytokine imbalance and systemic inflammation in overtrained athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 2025; 46 (2): 101-110. <https://doi.org/10.1055/a-2256-9987>
6. Bonin G.T., Serafim T.T., Andrade A. Mood profiles and overtraining syndrome: a systematic review. *Sport Sciences for Health*. 2025; 21: 2445-2466. <https://doi.org/10.1007/s11332-025-01496-6>
7. Gabitov R. Myokine response to exercise and its role in overtraining. *Exercise Immunology Review*. 2022; 28: 45-60. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00164-2>
8. Guth K., Roth R. Physical activity and stress resilience in youth athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2020; 19 (4): 612-619.
9. Laurens C., Bergouignan A., Moro C. Muscle-derived myokines: A new paradigm in exercise physiology. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13: 845. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.845>
10. Pedersen B.K., Febbraio M.A. Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*. 2012; 8: 457-465. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49>
11. Pickering C., Kiely J. ACTN3: More than just a gene for speed. *Frontiers in Physiology*. 2017; 8: 1080. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01080>
12. Symons D. Stress, recovery and performance in elite athletes: A neurophysiological perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023; 143: 104987. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.104987>
13. Symons T.B. Overtraining syndrome in adolescent athletes: physiological and psycholog-

- ical markers. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14: 1189456. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1189456>
14. Баевский П.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001; 3: 126-127.
  15. Белова Е.Л. *Индивидуально-типовидные особенности психофизиологической адаптации у спортсменов*. Ярославль; 2005: 24.
  16. Берсенев Е.Ю. Вегетативная регуляция сердечного ритма на разных этапах спортивной подготовки. *Материалы IV всероссийского симпозиума с международным участием*. Ижевск; 2008: 45-47.
  17. Бодров В.А. Психологический стресс: к проблеме его преодоления. *Проблемы психологии и эргономики*. 2001; 4: 124.
  18. Бутченко Л.А., Кушаковский М.С., Журавлева Н.Б. *Дистрофия миокарда у спортсменов*. М.: Медицина; 1980: 224.
  19. Валеев А.М., Ананьева Е.В. Генетические маркеры спортивной специализации: возможности и ограничения. *Молекулярная биология спорта*. 2024; 6 (1): 21-29.
  20. Викулов А.Д., Немиров А.Д., Ларионова Е.Л., Шевченко А.Ю. Вариабельность сердечного ритма у лиц с повышенным режимом двигательной активности и спортсменов. *Физиология человека*. 2005; 31 (6): 54-59.
  21. Гоменюк И.В. Генетические аспекты сердечно-сосудистой адаптации у спортсменов. *Кардиология и спорт*. 2024; 1: 48-55.
  22. Гоменюк И.В. Психофизиологические маркеры дезадаптации у подростков-спортсменов. *Психология спорта*. 2024; 12 (2): 77-84.
  23. Мавлиев Р.Ш., Ахметова Л.Р., Садыкова Н.Ф. Кардиореспираторная адаптация у юных спортсменов: возрастные аспекты. *Физиология человека*. 2025; 51 (1): 33-41.
  24. Маринич А.В. Физическая активность и адаптационные механизмы у подростков. *Спортивная медицина и здоровье*. 2024; 3 (1): 45-52.
  25. Маринич В.В. Современные подходы к диагностике перенапряжения и перетренированности спортсмена. *Здоровье для всех*. 2024; 1: 45-52.
  26. Москаленко Н.В., Ковтун А.А. Влияние физической культуры и спорта на психофизиологическое состояние студента. *Физическое воспитание студентов*. 2012; 3: 83-86.

### ТРАНСЛИТЕРАЦИЯ

1. Ahmetov I.I., Fedotovskaya, O.N. Current progress in sports genomics. *Advances in Clinical Chemistry*. 2021; 103: 247-298. <https://doi.org/10.1016/bs.acc.2020.09.006>
2. Ahmetov I.I., Fedotovskaya O.N. Sports genomics: current state and future directions. *Sports Medicine*. 2021; 51 (4): 669-688. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01361-5>

3. Ahmetov I.I., Egorova E.S., Vinogradova O. L., et al. Genetics of muscle recovery and fatigue resistance in athletes. *Neuroscience Letters*. 2021; 756: 135978. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2021.135978>
4. Bondareva E.A., Kozlova N.V., Safonova I.A. Vlijanie polimorfizma gena ACE na fizicheskiju rabotosposobnost' sportsmenov. *Vestnik sportivnoj nauki*. 2015; 2: 34-39.
5. Bonin A. Cytokine imbalance and systemic inflammation in overtrained athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 2025; 46 (2): 101-110. <https://doi.org/10.1055/a-2256-9987>
6. Bonin G.T., Serafim T.T., Andrade A. Mood profiles and overtraining syndrome: a systematic review. *Sport Sciences for Health*. 2025; 21: 2445-2466. <https://doi.org/10.1007/s11332-025-01496-6>
7. Gabitov R. Myokine response to exercise and its role in overtraining. *Exercise Immunology Review*. 2022; 28: 45-60. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00164-2>
8. Guth K., Roth R. Physical activity and stress resilience in youth athletes. *Journal of Sports Science & Medicine*. 2020; 19 (4): 612-619.
9. Laurens C., Bergouignan A., Moro C. Muscle-derived myokines: A new paradigm in exercise physiology. *Frontiers in Physiology*. 2022; 13: 845. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.845>
10. Pedersen B.K., Febbraio M.A. Muscles, exercise and obesity: Skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*. 2012; 8: 457-465. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2012.49>
11. Pickering C., Kiely J. ACTN3: More than just a gene for speed. *Frontiers in Physiology*. 2017; 8: 1080. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.01080>
12. Symons D. Stress, recovery and performance in elite athletes: A neurophysiological perspective. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2023; 143: 104987. <https://doi.org/10.1016/j.neubio.2023.104987>
13. Symons T.B. Overtraining syndrome in adolescent athletes: physiological and psychological markers. *Frontiers in Physiology*. 2023; 14: 1189456. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1189456>
14. Баевский П.М., Иванов Г.Г. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001; 3: 126-127.
15. Белова Е.Л. *Individual'no-tipologicheskie osobennosti psihofiziologicheskoy adaptacii u sportsmenov*. Jaroslavl'; 2005: 24.
16. Берсенев Е.Ю. Vegetativnaja reguljacija serdechnogo ritma na raznyh jetabah sportivnoj podgotovki. *Materialy IV vserossijskogo simpoziuma s mezhdunarodnym uchastiem*. Izhevsk; 2008: 45-47.
17. Бодров В.А. Psihologicheskiy stress: k probleme ego preodolenija. *Problemy psihologii i ergonomiki*. 2001; 4: 124.
18. Бутченко Л.А., Кушаковский М.С., Журавлева Н.Б. *Distrofija miokarda u sportsmenov*.

- M.: Medicina; 1980: 224.
19. Valeev A.M., Anan'eva E.V. Geneticheskie markery sportivnoj specializacii: vozmozhnosti i ogranichenija. *Molekuljarnaja biologija sporta*. 2024; 6 (1): 21-29.
20. Vikulov A.D., Nemirov A.D., Larionova E.L., Shevchenko A.Ju. Variabel'nost' serdechnogo ritma u lic s povyshennym rezhimom dvigateľnoj aktivnosti i sportsmenov. *Fiziologija cheloveka*. 2005; 31 (6): 54-59.
21. Gomenjuk I.V. Geneticheskie aspekty serdechno-sosudistoj adaptacii u sportsmenov. *Kardiologija i sport*. 2024; 1: 48-55.
22. Gomenjuk I.V. Psihofiziologicheskie markery dezadaptacii u podrostkov-sportsmenov. *Psichologija sporta*. 2024; 12 (2): 77-84.
23. Mavliev R.Sh., Ahmetova L.R., Sadykova N.F. Kardiorespiratornaja adaptacija u junyh
- sportsmenov: vozrastnye aspekty. *Fiziologija cheloveka*. 2025; 51 (1): 33-41.
24. Marinich A.V. Fizicheskaja aktivnost' i adaptacionnye mehanizmy u podrostkov. *Sportivnaja medicina i zdorov'e*. 2024; 3 (1): 45-52.
25. Marinich V.V. Sovremennye podhody k diagnostike perenaprjazhenija i peretrenirovannosti sportsmena. *Zdorov'e dlja vseh*. 2024; 1: 45-52.
26. Moskalenko N.V., Kovtun A.A. Vlijanie fizicheskoy kul'tury i sporta na psihofiziologicheskoe sostojanie studenta. *Fizicheskoe vospitanie studen-tov*. 2012; 3: 83-86.

Поступила 12.12.2024

Направлена на доработку 08.02.2025

Принята 23.04.2024

Опубликована online 30.12.2025

N. M. Kharissova<sup>1</sup>, F. A. Mindubaeva<sup>1\*</sup>, L. M. Smirnova<sup>2</sup>

### OVERTRAINING SYNDROME IN ATHLETES: DIAGNOSIS AND CORRECTION

<sup>1</sup>Department of Physiology, Karaganda Medical University NC JSC (100008, Republic of Kazakhstan, Karaganda c., Gogol str., 40; e-mail: info@qmu.kz)

<sup>2</sup>Kostroma State University (156005, Russian Federation; Kostroma c., Dzerzhinskogo str., 17; e-mail: info@ksu.edu.ru)

**\*Farida Anvarovna Mindubaeva** – Department of Physiology, Karaganda Medical University NC JSC; 100008, Republic of Kazakhstan, Karaganda c., Gogol str., 40; e-mail: Mindubaeva@qmu.kz

The aim of this study was to conduct a comprehensive analysis of the adaptive responses of the cardiorespiratory and psychophysiological systems in young athletes of various specializations. The research assessed functional indicators of external respiration, cardiovascular activity, cognitive status, and anxiety levels, taking into account age, somatotype, training experience, and sport profile.

The study involved adolescent males engaged in mini-football, volleyball, swimming, boxing, and track and field. It was found that athletes with long-term training experience demonstrated significantly higher values of vital lung capacity, minute ventilation, and ventilatory power, indicating a well-developed respiratory adaptation. Psychophysiological testing revealed statistically significant advantages in memory, attention, and stress resilience among trained participants ( $p<0.05$ ).

Special attention was given to the diagnosis and prevention of overtraining syndrome, which manifests through reduced ventilatory efficiency, autonomic imbalance, emotional instability, and signs of functional exhaustion. A direct relationship was established between the functional state of the cardiorespiratory system and the level of long-term adaptation to specific muscular activity.

As a promising direction for future research, the study proposes investigating the role of myokines – biologically active molecules synthesized by muscle tissue – as potential markers of adaptation, recovery, and overtraining. Their integration into diagnostic protocols may enhance the accuracy of functional assessments in athletes.

The findings of this study can be applied in sports medicine to develop individualized training programs, guide athlete selection, and monitor the physiological condition of young athletes.

**Key words:** adaptation; respiratory function; cardiorespiratory system; psychophysiology; overtraining; myokines.

Н. М. Харисова<sup>1</sup>, Ф. А. Миндубаева<sup>1\*</sup>, Л. М. Смирнова<sup>2</sup>

## СПОРТШЫЛАРДАҒЫ АРТЫҚ ТРЕНИНГ СИНДРОМЫ: ДИАГНОЗ ЖӘНЕ ТҮЗЕТУ

<sup>1</sup>«Қарағанды медицина университеті» КеАҚ, физиология кафедрасы (100008, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Гоголя к-сі, 40; e-mail: info@qmu.kz)

<sup>2</sup>Кострома мемлекеттік университеті (156005, Ресей Федерациясы; Кострома қ., Дзержинский к-сі, 17; e-mail: info@ksu.edu.ru)

**\*Фарида Анварқызы Миндубаева** – «Қарағанды медициналық университеті» КеАҚ, физиология кафедрасы; 100008, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Гоголь к-сі, 40; e-mail: Mindubaeva@qmu.kz

Бұл зерттеудің мақсаты – әртүрлі спорт түрлерімен айналысатын жас спортшылардың кардиореспираторлық және психофизиологиялық жүйелерінің бейімделу реакцияларын кешенде талдау. Жұмыс барысында жас, соматотип, спорттық тәжірибе және мамандану профилін ескере отырып, сыртқы тыныс алу, жүрек-қантамыр жүйесінің белсенділігі, когнитивтік жағдай және мазасыздық деңгейінің функционалдық көрсеткіштері зерттелді.

Мини-футбол, волейбол, жүзу, бокс және жеңіл атлетикамен айналысатын жасөспірімдер тексерілді. Қөпжылдық тәжірибесі бар спортшыларда өкпенің тіршілік сыйымдылығы, минуттық тыныс алу көлемі және желдету қуатының жоғары мәндері анықталды, бұл тыныс алу бейімделуінің қалыптасқанын көрсетеді. Психофизиологиялық тесттер жаттықан қатысуышылардың есте сақтау, зейін және күйзеліске тәзімділік қабілеттерінің айқын артықшылығын көрсетті ( $p<0,05$ ).

Зерттеуде артық жаттығу синдромының диагностикасы мен алдын алуға ерекше назар аударылды. Бұл синдром тыныс алу тиімділігінің төмендеуімен, вегетативтік тенгерімсіздікпен, эмоционалдық тұрақсыздықпен және функционалдық әлсіреу белгілерімен сипатталады. Кардиореспираторлық жүйенің функционалдық жағдайы мен бұлшықет қызметінің ұзақ мерзімді бейімделу деңгейі арасында тікелей байланыс анықталды.

Болашақ зерттеулердің перспективалық бағыты ретінде миокиндердің – бұлшықет тінінде синтезделетін биологиялық белсенді молекулалардың – бейімделу, қалпына келу және артық жаттығу синдромының маркерлері ретіндегі рөлін зерттеу ұсынылады. Оларды диагностикалық протоколдарға енгізу спортшылардың функционалдық жағдайын бағалаудың дәлдігін арттыруы мүмкін.

Зерттеу нәтижелері спорттық медицинада жеке дайындық бағдарламаларын әзірлеу, спорттық іріктеу және жас спортшылардың жағдайын бақылау тәжірибесінде қолдануға мүмкіндік береді.

**Кілт сөздер:** бейімделу; тыныс алу функциясы; кардиореспираторлық жүйе; психофизиология; артық жаттығу; миокиндер