

УДК: 612.766.1:616.1]-053.6/.8

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ ВЗРОСЛЫХ ЛЮДЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Сивакова Л.В.^{1,2}, Меньшикова Е.С.¹, Косарева П.В.^{1,2,3}

¹ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ

²ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

³ГБУЗ ПК ДКБ имени Пичугина П.И.

На фоне регулярных интенсивных физических нагрузок наблюдаются адаптационные изменения со стороны функциональных систем, главным образом, со стороны сердечно-сосудистой системы. Целью настоящего исследования явилось изучение влияния высокоинтенсивных тренировок на сердечно-сосудистую систему. Материал и методы: Проанализированы базы данных Scopus, Web of Science, PubMed, E-library, в соответствии с рекомендациями PRISMA. Временной период поиска - с 2015 по 2025 год, всего было отобрано 22 статьи, соответствующие критериям отбора, в обзоре использовано 16 публикаций. Результаты. Ответные реакции организма на интенсивные тренировки зависят от многих факторов. Играют роль возраст, пол, состояние иммунной реактивности, индивидуальная устойчивость к стрессу, тип высшей нервной деятельности, наличие сопутствующих заболеваний, особенно со стороны системы кровообращения. На фоне физических нагрузок изменяется гемодинамика, что вначале приводит к кратковременным изменениям, связанными с повышением давления и/или объёмной нагрузки (соответственно увеличением пред- и/или постнагрузки). Вследствие высокой интенсивности тренировок могут наблюдаться структурные, функциональные и электрические изменения, что приводит к гипертрофии желудочков. Основным диагностическим методом, позволяющим дифференцировать физиологическое «спортивное» сердце и патологически измененное, является эхокардиография. Изменения на электрокардиографии у спортсменов обусловлены выраженным влиянием парасимпатической нервной системы, вследствие чего часто выявляют синусовую брадикардию, атриовентрикулярную блокаду 1 степени, атриовентрикулярную блокаду 2 степени Мобитц 1. Данные изменения отражают адаптационные возможности к интенсивным физическим нагрузкам, являются потенциально обратимыми и свидетельствуют о перестройке работы сердца на более экономичный уровень в период интенсивных физических нагрузок. Заключение. Своевременное динамическое наблюдение в декретированные сроки позволяет вовремя выявить изменения, находящиеся на грани нормы и патологии, и провести дополнительное обследование с целью исключения органической патологии.

Ключевые слова: интенсивные физические нагрузки, «спортивное» сердце, сердечно-сосудистая система

THE EFFECT OF INTENSE PHYSICAL EXERTION ON THE CARDIOVASCULAR SYSTEM OF ADULTS AND TEENAGERS

Sivakova L.V.^{1,2}, Menshikova E.S.¹, Kosareva P.V.^{1, 2, 3}

¹ E.A.Vagner Perm State Medical University, Perm

² Perm State University, Perm

³ State Budgetary Healthcare Institution of Perm Krai Children's City Clinical Hospital named after P.I. Pichugin

Regular intense physical activity induces adaptive changes in functional systems, primarily the cardiovascular system. The aim of this study was to investigate the effects of high-intensity exercise on the cardiovascular system. **Materials and Methods.** The Scopus, Web of Science, PubMed, and E-library databases were analyzed in accordance with PRISMA guidelines. The search period was from 2015 to 2025. A total of 22 articles were identified that met the selection criteria, of which 16 were used in the review. **Results.** The body's response to intense exercise depends on many factors. Age, gender, immune reactivity, individual stress tolerance, type of higher nervous system activity, and the presence of comorbidities, particularly those affecting the circulatory system, all play a role. Physical exercise alters hemodynamics, initially leading to short-term changes associated with increased blood pressure and/or volume load (and, consequently, increased pre- and/or afterload). High-intensity exercise can lead to structural, functional, and electrical changes, leading to ventricular hypertrophy. Echocardiography is the primary diagnostic method for distinguishing between a physiologically "athletic" heart and a pathologically altered one. Electrocardiographic changes in athletes are caused by the pronounced influence of the parasympathetic nervous system, often resulting in sinus bradycardia, first-degree atrioventricular block, and second-degree Mobitz I atrioventricular block. These changes reflect adaptive capacity to intense physical activity, are potentially reversible, and indicate a restructuring of cardiac function to a more efficient level during periods of intense physical activity. **Conclusion:** Timely dynamic monitoring within the prescribed timeframes allows for the early detection of changes bordering on normal and pathological, and for further examination to rule out organic pathology.

Keywords: intense physical activity, "athletic" heart, athlete's heart, cardiovascular system

Введение. В последние десятилетия все больше людей стремятся к здоровому образу жизни, который предполагает не только отказ от вредных привычек, но и адекватные физические нагрузки, улучшающие адаптационные возможности основных функциональных систем. В настоящее время распространены в том числе такие спортивные направления, как марафонский бег, кроссфит.

Профессиональные спортсмены, достигая высоких спортивных результатов, регулярно проводят высокоинтенсивные тренировки, которые оказывают влияние на состояние системы кровообращения. В тоже время многие люди, являясь спортсменами-любителями, нередко тоже выполняют интенсивные физические нагрузки, но в отличие от профессиональных спортсменов – не всегда под контролем тренера и спортивного врача, в основном самостоятельно контролируя пульс и уровень артериального давления.

Однако, известно, что интенсивные физические нагрузки повышают риск внезапной смерти в 10–17 раз [1], что связано с чрезмерной работой в первую очередь сердечно-сосудистой системы, нарушением нервно-гуморальной регуляции и срывом адаптационных возможностей всех функциональных систем. Человек, занимающийся спортом самостоятельно и при этом ставя перед собой нередко сложные трудновыполнимые цели, часто недооценивает тяжесть тренировок и переходит грань между адекватными физическими нагрузками и чрезмерными. При этом сердечно-сосудистая система реагирует одной из первых и может отражать адаптационные возможности других органов и систем.

Количество школьников, занимающихся различными видами спорта, в настоящее время увеличивается. Обеспечение достаточной двигательной активности населения России, в том

числе детей и подростков, определено как одно из приоритетных направлений общественного здоровья и отражено в ряде Национальных и федеральных проектов [2]. Спорт гармонизирует развитие детей-спортсменов по сравнению со сверстниками [3]. С другой стороны, существуют факторы, отрицательно сказывающиеся на здоровье детей, активно занимающихся спортом, и ограничивающие физическую деятельность (перетренированность, несоответствие физических нагрузок возможностям организма) [4].

Цель исследования: изучить влияние регулярных высокоинтенсивных тренировок на сердечно-сосудистую систему взрослых людей и подростков, занимающихся спортом.

Материал и методы исследования: по данной теме проанализированы современные научные источники, использовались базы данных Scopus, Web of Science, PubMed, E-library, в соответствии с рекомендациями PRISMA. Временной период поиска: с 2015 по 2025 год. Осуществлялся поиск публикаций по ключевым словам, исходя из цели исследования (интенсивные физические нагрузки, «спортивное» сердце, патология сердечно-сосудистой системы, дети, взрослые, этиология, патогенез, диагностика). Процесс сбора данных проводился вручную путем извлечения информации на основе контент-анализа, включающего такие данные, как тип статьи, название журнала, год публикации, тема, заголовок, методология и результаты исследования. Критерии включения, которыми руководствовались при подготовке этого систематического обзора литературы: язык публикаций – английский и русский; исследование направлено на изучение влияния интенсивных физических нагрузок на сердечно-сосудистую систему; имеется полнотекстовый вариант в свободном доступе. Данные, полученные из публикаций, распределены по следующим категориям: год публикации, автор, метод исследования, изучаемые параметры и результаты исследования. Первоначальная выборка состояла из 80 научных статей, отобранных по заранее определенным ключевым словам. Затем статьи были отобраны по заголовку, аннотации и ключевым словам, в результате чего было отобрано только 48 публикаций. Из них 22 были признаны соответствующими критериям отбора после тщательного анализа. В настоящем обзоре использовано 16 статей.

Результаты и их обсуждение: Все органы и системы, в том числе и система кровообращения, находятся под контролем регуляторных систем – нервной и эндокринной. Адекватные физические нагрузки положительно влияют на нервно-эндокринную регуляцию, формирование адаптивных реакций, уравновешенность процессов возбуждения и торможения в центральной нервной системе, а следовательно, и на состояние сердечно-сосудистой системы. На фоне регулярных тренировок стабилизируется артериальное давление, нормализуется пульс. Однако, длительная и интенсивная физическая нагрузка может

выступать в роли фактора, ведущего к развитию острой стресс-реакции, протекающей на фоне выраженной активации симпатoadреналовой системы. Избыточный выброс катехоламинов продолжается до тех пор, пока не наступит истощение симпатической активности вегетативной нервной системы. На фоне стресс-реакции также активируется гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковая система, что сопровождается выраженной секрецией глюкокортикоидов корковым веществом надпочечников. В результате активации реакций стресса ответ на физические нагрузки не совпадает с ожидаемым: увеличиваются частота сердечных сокращений и артериальное давление в покое, появляются утомление и снижение работоспособности. Кроме этого, одним из ранних признаков истощения центральной нервной системы в ответ на чрезмерные физические нагрузки является бессонница [5].

У подростков, напротив, физическая активность может смягчить воздействие стрессовых событий (эмоционального стресса, часто испытываемого подростками) на симптомы стресса при условии позитивного отношения к физической активности [6]. У них прослеживается отчетливая связь между физической активностью и психическим здоровьем [7].

После истощения гормонов стресса (в первую очередь, катехоламинов и глюкокортикоидов) наступает так называемая «парасимпатическая фаза» перетренированности, которая проявляется необычно низкой частотой пульса в покое, но резко возрастающей на обычные нагрузки; нормальным артериальным давлением с избыточным ростом при физических нагрузках; нормальной скоростью метаболических процессов [8].

Ответные реакции организма на интенсивные тренировки зависят от многих факторов. Играть роль возраст, пол, состояние иммунной реактивности, индивидуальная устойчивость к стрессу, тип высшей нервной деятельности, наличие сопутствующих заболеваний, особенно со стороны системы кровообращения. Поиск заболеваний сердечно-сосудистой системы наследственного характера особенно актуален в возрасте до 40 лет. Такие заболевания, как врожденные кардиомиопатии и каналопатии (синдром удлиненного интервала QT, синдром Бругада, аритмогенная кардиомиопатия правого желудочка) могут быть фактором «генетической предрасположенности» к внезапной сердечной смерти (ВСС), в том числе на фоне физических нагрузок [9]. Однако, ведущими механизмами развития ВСС являются фибрилляция желудочков, асистолия и электрическая активность сердца без пульса [1]. Причем более высокие риски имеют лица мужского пола, что связано с влиянием мужских половых гормонов на повышенный симпатический тонус, удлинение интервала QT, а также развитие гипертрофии миокарда.

Изучение механизмов адаптации юных спортсменов к физическим нагрузкам показало, что этот процесс сугубо индивидуален, зависит от множества морфофункциональных и психофизиологических показателей молодого организма, которые довольно жестко контролируются генетически [10].

На фоне физических нагрузок изменяется гемодинамика, что вначале приводит к кратковременным изменениям, связанным с повышением давления и/или объёмной нагрузки (соответственно увеличением пред- и/или постнагрузки). Продолжительные, систематически повторяющиеся тренировки со временем приводят к адаптационной перестройке сердечно-сосудистой системы. Вследствие высокой интенсивности тренировок могут наблюдаться структурные, функциональные и электрические изменения, что приводит к гипертрофии желудочков, увеличению массы желудочков, увеличению объёма камер, ударного и минутного объёмов сердца.

Структурное ремоделирование сердца тесно связано с направленностью тренировочного процесса. При нагрузках на выносливость формируется эксцентрическое ремоделирование (с увеличением диастолического размера левого желудочка), а при статических нагрузках – концентрическое (диастолический размер левого желудочка меняется мало) [11].

Регулярные и интенсивные тренировки, направленные на повышение выносливости, приводят к формированию так называемого «спортивного» сердца, для которого характерна физиологическая, гармоничная гипертрофия всех камер сердца (систолическая и диастолическая функции желудочков при этом сохранены); в то время как при скоростно-силовых нагрузках, как правило, эти изменения развиваются редко [12].

У подростков особенности кардиоремоделирования являются результатом проявления целого комплекса факторов: этапом онтогенетического развития; спецификой спортивной специализации; индивидуальным генетическим профилем спортсмена. Доминирование влияния одного из факторов или их сочетанное воздействие определяет специфичность «возрастного» и «спортивного» ремоделирования сердца [11].

Тем не менее, изменения сердца у подростков-спортсменов менее выражены, чем у взрослых [13].

На фоне физической нагрузки увеличивается ударный объём, сердечный выброс, что приводит к увеличению венозного возврата крови к сердцу и сопровождается перегрузкой сердца объёмом. Совершая значительную работу, повышается и потребность миокарда в кислороде. Формирование «спортивного» сердца не всегда свидетельствуют о положительном значении интенсивных нагрузок на организм [12].

В то же время различают понятия физиологическое «спортивное» сердце и патологически измененное. Физиологическое «спортивное» сердце характеризуется уменьшением частоты сердечных сокращений и артериального давления (работа сердца протекает в экономном режиме в состоянии покоя), но при физической нагрузке достигает высокой предельной функции [14]. При интенсивных физических нагрузках в покое наблюдаются выраженная брадикардия и тенденция к снижению артериального давления ниже 100/60 мм рт. ст. Гипертрофия миокарда определяется и в том, и в другом случае, но при физиологическом «спортивном» сердце будет менее выраженной, чем при патологическом ремоделировании миокарда. Основным диагностическим методом, позволяющим дифференцировать эту грань, является эхокардиография (ЭХО-КГ) - метод визуализации полостей и внутрисердечных структур сердца при помощи отраженных ультразвуковых волн. Использование этого метода связано с его относительной простотой, доступностью и информативностью как для диагностики врожденной, так и приобретенной патологии. Для диагностики нарушений, связанных с интенсивными физическими нагрузками, используют двухмерную ЭхоКГ – этот режим позволяет получить изображение сердца в разрезе, благодаря чему можно визуально оценить его внутреннее строение. При двухмерной ЭхоКГ в случае физиологического «спортивного» сердца будут выявляться симметричная гипертрофия (как левых, так и правых его отделов), не превышающая 12 мм (редко более 17 мм); увеличение размеров полости левого желудочка; нормальная диастолическая функция [14]. Скорости тканевой доплерографии в пределах нормы. Напротив, при очень интенсивных тренировках гипертрофия как правило, асимметрична - гипертрофия левого желудочка будет более выражена, подобно как при гипертрофической кардиомиопатии; размеры полости левого желудочка будут снижены. Профессиональным спортсменам регулярно проводятся диагностические исследования, направленные на выявления патологических изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, в том числе ЭхоКГ, в то время как люди, занимающиеся спортом для себя (любительский спорт), но выполняющие интенсивные физические нагрузки, не всегда проходят обследование в полном объеме регулярно.

Кроме ЭхоКГ, в оценке состояния сердечно-сосудистой системы широко используется также электрокардиография (ЭКГ) – метод, позволяющий графически отображать электрические импульсы сердца. ЭКГ является широкодоступным методом диагностики, позволяющим выявлять нарушения ритма. У спортсменов изменения на ЭКГ обусловлены выраженным влиянием парасимпатической нервной системы, повышением тонуса блуждающего нерва, вследствие чего часто выявляют синусовую брадикардию, атриовентрикулярную блокаду 1 степени, атриовентрикулярную блокаду 2 степени Мобитц 1. Данные изменения отражают адаптационные возможности к интенсивным физическим нагрузкам, являются потенциально

обратимыми и свидетельствуют о перестройке работы сердца на более экономичный уровень в период интенсивных физических нагрузок. При этом выраженная синусовая брадикардия (менее 30 ударов в минуту) требует исключения органической патологии сердца, а атриовентрикулярная блокада 2 степени Мобитц 2 уже является предиктором патологического процесса. Чаще всего выявляется синусовая брадикардия, которая может расцениваться как один из признаков «спортивного» сердца.

Также у спортсменов нередко выявляется неполная (частичная) блокада правой ножки пучка Гиса, при которой нарушается проведение возбуждения по правой ножке к миокарду правого желудочка, в то время как проведение по левой ножке пучка Гиса не нарушено. Данные изменения на ЭКГ выявляются на фоне гипертрофии правого желудочка и требуют наблюдения в динамике. По данным литературы, неполная блокада правой ножки пучка Гиса или замедление проведения по правой ножке пучка Гиса выявляется у 50 % здоровых атлетов, тренирующих выносливость [12]. Однако, при наличии блокады левой ножки пучка Гиса (у спортсменов данные изменения встречаются редко) должно проводиться углубленное обследование с целью исключения органической патологии.

В патологии у спортсменов на ЭКГ может выявляться синдром Вольфа - Паркинсона - Уайта (синдром WPW). Синдром WPW обусловлен наличием дополнительного пути проведения по пучку Кента (между предсердиями и желудочками) и представляет опасность возможного развития пароксизмальной тахикардии. Несмотря на редкость выявления данной патологии, следует отметить, что у спортсменов синдром WPW встречается чаще, чем у лиц, не занимающихся спортом. Выявление этого синдрома может свидетельствовать либо о врожденной патологии, либо об органическом повреждении проводящей системы сердца и является ограничением по выполнению интенсивных физических нагрузок. Учитывая, что Синдром WPW может быть случайной находкой при проведении электрокардиографии, ЭКГ является важным диагностическим исследованием, выявляющим противопоказания к высокоинтенсивным тренировкам.

Таким образом, следует учитывать, что изменения на ЭКГ, обусловленные тренировочным процессом, могут являться начальными проявлениями более глубоких дезадаптационных процессов при достижении высоких спортивных результатов [15].

В биохимическом анализе крови спортсменов также могут выявляться изменения. В случае повреждения миокарда в крови увеличивается активность ферментов, поступающих из кардиомиоцитов. Так, например, при повреждении миокарда увеличивается коэффициент де Ритиса, который представляет отношение аспартатаминотрансферазы к

аланинаминотрансферазе; увеличивается индекс повреждения мышечной ткани (креатинфосфокиназа / аспаратаминотрансфераза) [1]. По данным литературы, у части спортсменов, выполняющих значительные физические нагрузки, после периода отдыха не происходит полного восстановления энергетических ресурсов в организме, о чем свидетельствует пониженный уровень глюкозы, общего холестерина, повышенное содержание лактата, значительный дефицит железа и истощение его запасов [16]. Также у части спортсменов после периода 14-часового отдыха сохраняются повышенный уровень кортизола и сниженный уровень инсулина (преобладание катаболических процессов).

У детей-спортсменов отмечаются изменения цитокинового профиля, в основном, за счет провоспалительных цитокинов: у спортсменов и допубертатного, и пубертатного возраста во время тренировок отмечается статистически значимое повышение уровня ФНО- α по сравнению с уровнем в состоянии покоя, у спортсменов допубертатного возраста – также значительное повышение уровня ИЛ-6, этот повышенный уровень сохраняется также длительный период после тренировки [17]. Тем не менее, однозначного мнения относительно продукции ФНО- α при физической нагрузке (как у взрослых, так и у детей) нет – есть мнение, что для его выработки нужны достаточно тяжелые и продолжительные физические упражнения, а его провоспалительный эффект нивелируется противовоспалительными цитокинами ИЛ-8, ИЛ-10, ИЛ-15 [18]. ИЛ-6, обычно классифицируемый как провоспалительный цитокин, в данной ситуации рассматривается как противовоспалительный фактор, так как здесь (выступаю в качестве миокина) он участвует в формировании противовоспалительного эффекта физических упражнений и ингибирует выработку провоспалительных цитокинов, таких как TNF- α и IL-1b [18, 19]. Также в настоящее время утверждается, что именно ИЛ-6, продуцируемый во время физических упражнений, отчасти способствует адаптации сердца к возрастающим физическим нагрузкам [20].

Выводы:

У профессиональных спортсменов, а в ряде случаев и спортсменов-любителей, выполняющих высокоинтенсивные тренировки, наблюдаются адаптационные изменения со стороны функциональных систем, главным образом, со стороны сердечно-сосудистой системы. Поскольку в ответ на повышенную физическую нагрузку происходит перегрузка миокарда как объемом, так и давлением, при многолетних тренировках по данным ЭХО-КГ выявляется симметричная гипертрофия. Изменения частоты сердечных сокращений и артериального давления отражают повышение тонуса блуждающего нерва. По данным ЭКГ чаще выявляют

синусовую брадикардию, атриовентрикулярную блокаду 1 степени, атриовентрикулярную блокаду 2 степени Мобитц 1. На фоне интенсивных тренировок при недостаточном восстановительном периоде (периоде отдыха) отмечаются нарушения со стороны биохимических показателей. Своевременное динамическое наблюдение в декретированные сроки позволяет вовремя выявить изменения, находящиеся на грани нормы и патологии, и провести дополнительное обследование с целью исключения органической патологии.

У спортсменов-подростков изменения в миокарде выражены в меньшей степени, чем у взрослых – это объясняется особенностями гормонального фона, незрелостью сердечно-сосудистой системы, особенностями функционирования вегетативной нервной системы. Вместе с тем, при физической нагрузке в организме продуцируется ряд про- и противовоспалительных цитокинов, обладающих различным влиянием на сердечную мышцу, и этот цитокиновый профиль имеет возрастные различия. Главное для спортивного врача, наблюдающего подростка, так и взрослого – уметь отграничить патологию от особенностей адаптации. Вместе с тем, особенности адаптации сердца ребенка и подростка к физическим нагрузкам остаются до конца неизученными.

Список литературы:

- 1) Горбенко А.В., Скирденко Ю.П., Николаев Н.А., Замахина О.В., Шерстюк С.А., Ершов А.В. Спортивное сердце: норма или патология // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2020. Т. 24, № 2. С. 16-25. DOI 10.21688/1681-3472-2020-2-16-25. – EDN YEZVKA.
- 2) Бабикова А.С., Насыбуллина Г.М. Гигиеническая оценка условий и организации тренировочного процесса в детско-юношеских спортивных школах // Здоровье населения и среда обитания. 2018. Т. 309, № 12. С. 41-46.
- 3) Абдалова С.Р., Гаврюшин М.Ю., Сазонова О.В., Хамцова Р.В., Тупикова Д.С., Фролова О.В., Нурдина М.С. Сравнительный анализ физического развития школьников и детей, профессионально занимающихся плаванием // Российский вестник гигиены. 2022. № 4. С. 14-18.
- 4) Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Имамов А.А., Жолинский А.В. Актуальные вопросы медико-биологического сопровождения детско-юношеского спорта // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018. Т. 63. № 5. С. 231-236.
- 5) Попова А.Д., Лукьянова Л.М. Влияние физических нагрузок на нервную систему человека // Наука-2020. 2021. № 8(53). С. 131-136. – EDN RNFSQQ.

- 6) Liu P. Stress buffering effects of physical activity in adolescents: the moderating role of physical activity attitudes // BMC: Public Health. 2025. №25. P. 463. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21674-y>
- 7) Zhang G., Feng W., Zhao L. The association between physical activity, self-efficacy, stress self-management and mental health among adolescents // Sci Rep 2024. №14. P. 5488. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-56149-4>
- 8) Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С., Хохлова М.Н., Пачина А.В., Выборнов В.Д. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками // Российский кардиологический журнал. 2018. Т. 23, № 6. С. 180-190. DOI 10.15829/1560-4071-2018-6-180-190. – EDN XSLTVZ.
- 9) Priori S.G. Genetic testing to predict sudden cardiac death: current perspectives and future goals // Indian Heart J. 2014. V. 66 (Suppl 1) P. 58-60. doi: 10.1016/j.ihj.2013.11.004.
- 10) Деева А.А. Особенности адаптации детей среднего и старшего школьного возраста к физическим нагрузкам // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018012247> (дата обращения: 05.10.2025)
- 11) Ярышева В.Б., Шибкова Д.З., Байгужин П.А., Эрлих В.В. Особенности кардиоремоделирования, ассоциированные со спортивной специализацией, у спортсменов-подростков // Современные вопросы биомедицины. 2021. №4. Т. 17. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-kardioremodelirovaniya-assotsiirovannye-so-sportivnoy-spetsializatsiey-u-sportsmenov-podrostkov> (дата обращения: 05.10.2025)
- 12) Скуратова Н.А. «Спортивное» сердце: критерии, дифференциальная диагностика // Кардиология в Беларуси. 2017. Т. 9, № 5. С. 980-990. EDN ZSUKEN.
- 13) Vertematti S., Kahakura J.C. Athlete's heart in children and adolescents // J Cardiol Curr Res. 2023. V. 16. №4. P. 117-120. DOI: 10.15406/jccr.2023.16.00589
- 14) Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. Спортивное сердце // Медицинский совет. 2018. № 12. С. 185-188. DOI 10.21518/2079-701X-2018-12-185-188. – EDN XUBHTN.
- 15) Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н. Электрокардиографический контроль сердечно-сосудистой системы у спортсменов в процессе подготовки к соревнованиям // Российский кардиологический журнал. 2017. Т. 22, № 12. С. 36-40. DOI 10.15829/1560-4071-2017-12-36-40. – EDN ZXHMUD.
- 16) Рахманов Р.С., Сапожникова М.А., Блинова Т.В., Страхова Л.А., Разгулин С.А., Берзин И.А. Оценка некоторых биохимических показателей системы энергообеспечения

- организма при значительных физических нагрузках // Медицинский альманах. 2015. № 1(36). С. 141-143. – EDN TMNBTF.
- 17) Jansson, D., Lundberg, E., Rullander, A.C. et al. Hormonal and inflammatory responses in prepubertal vs. pubertal male children following an acute free-weight resistance training session. *Eur J Appl Physiol* 125, 381–392 (2025). <https://doi.org/10.1007/s00421-024-05603-2>
- 18) Гилеп И.Л., Будко А.Н., Шведова Н.В., Медянцева Н.Б. РОЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ ИНТЕРЛЕЙКИНОВ В АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ // Прикладная спортивная наука. 2024. №19. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-otdelnyh-interleykinov-v-adaptatsii-k-fizicheskim-nagruzkam> (дата обращения: 14.01.2026).
- 19) Ильин А.А., Дебердеева К.И., Волков К.А., Симакова В.О., Булатова А.Ю., Богданова Т.М. ИНТЕРЛЕЙКИН-6: ПАТОФИЗИОЛОГИЯ, ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 4. ; URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=34160> (дата обращения: 14.01.2026). DOI: <https://doi.org/10.17513/spno.34160>
- 20) Jønck S., Adamsen M.L., Rasmussen I.E. et al. IL-6 Inhibitors and TNF Inhibitors: Impact on Exercise-induced Cardiac Adaptations in Patients With Rheumatoid Arthritis // *JACC: Basic to Translational Science* Volume 10, Issue 5, May 2025, Pages 551-563: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452302X24004388>
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jacbts.2024.11.010>