**ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ
«МОСКОВСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ
РЕАБИЛИТАЦИИ, ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ И СПОРТИВНОЙ
МЕДИЦИНЫ
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
Г.МОСКВЫ»**

На правах рукописи

ДЕЕВ ВАДИМ ВЛАДИМИРОВИЧ

Клинико-физиологические особенности артериальной гипертензии у спортсменов

14.03.11 – Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

диссертация на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
член-корреспондент РАН,
доктор медицинских наук, профессор
В.А. Бадтиева

Научный руководитель:
доктор медицинских наук
В.И. Павлов

Москва — 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ……..…....**3**

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ……**10**

1.1. Синдром артериальной гипертензии в популяции и в спорте……**10**

1.2. Ремоделирование миокарда ……...**24**

1.3. Заключение……....**34**

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ……..…..**38**

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ……..**49**

3.1 Оценка уровня артериального давления в спортивной и обычной популяции в динамике……..**49**

3.2 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у спортсменов (атлетов) с различными нагрузками ……...…**54**

3.2.1 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у спортсменов (атлетов) с педагогических позиций (классификация Фарфель В.С.,1963)…….**55**

3.2.2 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у спортсменов (атлетов) с физиологических позиций (классификация Mitchell J. ,1994)…..…..…**65**

3.2.3 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии с позиций Европейской классификации 2017 г. (Antonio Pelliccia с соавт.)…….....**71**

3.2.4 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у спортсменов (атлетов) в отдельных видах спорта… ……**75**

3.3 Клинико-функциональные особенности спортсменов (атлетов) с высоким пиковым САД……**81**

3.4 Клинико-функциональные особенности спортсменов (атлетов) с гипертензивным ремоделированием миокарда…… ……**90**

3.5 Оценка взаимосвязи типа ремоделирования миокарда, артериального давления и физиологических параметров спортсмена (атлета)……..……..... **96**

3.6 Взаимосвязь гипертензивной реакции и патологического ремоделирования миокарда спортсмена (атлета). Клинические примеры……...**101**

ГЛАВА IV. ОБСУЖДЕНИЕ…….……...**111**

ВЫВОДЫ…….……..……**129**

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ……..…….....….....**130**

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ…….....**131**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ…….…..**133**

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, патологи сердечно-сосудистой системы, является самой частой причиной летальности в развитых мировых державах. Высокий уровень артериального давления (АД), или, синдром артериальной гипертензии (АГ) и, составляющая наибольшую часть её, гипертоническая болезнь (ГБ) является, пожалуй, самым распространенным заболеванием сердечно-сосудистой системы, как в России, так и в мире (Mills, K.T., Stefanescu, A., et al. 2020; Ерина, А.М., Ротарь, О.П. и др., 2019). Частота обнаружения АГ у лиц в популяции увеличивается параллельно их возрасту (Ostchega, Y., Fryar C.D., 2020). Высокий уровень АД является наиболее распространенной причиной развития новых случаев сердечно-сосудистых заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца (ИБС), инсульт головного мозга. Общеизвестным является факт, повышенного риска возникновения инфаркта миокарда - в 3 раза, а риска инсульта головного мозга - в 7 раз (Mahmood, S.S., Levy, D., et al. 2014; Vanuzzo, D., Giampaoli, S. et al., 2018).

У лиц с высокой физической активностью и, в частности, профессиональных спортсменов (атлетов), распространенность, причины, диагностика и лечение АГ несколько отличаются от среднестатистических показателей в популяции (Maron, B., 2005; Pelliccia, A., 2018). Для каждого вида спорта существует своя специфика нагрузок и факторов воздействия, что не может не сказаться на изменении функции вегетативной нервной системы, состоянии регуляции сосудистого тонуса и уровне АД. Следует также отметить, что в значительном числе спортивных дисциплин, процент лиц с повышенным АД выше, чем у людей, активно спортом не занимающихся. Если суммировать данные по всем видам спорта, то получится, что повышением АД чаще страдают атлеты, тренирующие ловкость и силу (26,70%). У атлетов, развивающих выносливость, синдром артериальной гипертензии наблюдается реже (10,00%) (Дембо, А.Г., Земцовский, Э.В., 1989; Орджоникидзе З.Г., 2005) [33].

В результате тренировок на выносливость происходит увеличение массы и объема сердца, размера камер и мощности миокарда левого желудочка (Граевская, Н.Д., 1997; Kindermann, W. 2017). Гипертрофия миокарда спортсмена способна возникать уже, спустя непродолжительное время занятий спортом, что формирует индивидуальный вариант адаптации сердечной мышцы. При динамическом наблюдении за размерами сердечной мышцы, становятся очевидными и иные закономерности. Однако, нет четкой взаимосвязи с продолжительностью занятий спортом и квалификацией спортсмена (Макаров, Л.М., 2017).

Традиционно используемые в клинике функционально-диагностические критерии являются неподходящими для атлета, способного в норме на пике нагрузки генерировать цифры максимального АД выше 200 мм рт.ст., что далеко не всегда является признаком патологической реакции организма на физическую работу. Электрокардиография с использованием общепринятых критериев гипертрофии у атлетов, является, как правило, недостаточно информативной (Zimmerman, K., 1998; Zorzi, A., 2017).

В тоже время, отсутствуют критерии так называемого «гипертонического типа реакции» на нагрузку у спортсменов; четко не прослежены границы АД относительно интенсивности, мощности и объемов физической работы, выполняемой атлетом (Поллок, М.Л., Шмидт, Д.Х., 2000). Следовательно, возникает необходимость разработки референсных значений физиологических величин, свидетельствующих о начальных признаках неблагоприятной реакции организма на нагрузку, с последующим возможным формированием стойких необратимых изменений сердечно-сосудистой системы.

Ранняя диагностика неадекватных гемодинамических реакций на физическую нагрузку в значительной мере может помочь в профилактике формирования в дальнейшем стойкой артериальной гипертензии, развитию гипертонической болезни, и связанных с ней осложнений.

ЦЕЛЬ: научная разработка и обоснование клинико-функциональных маркеров артериальной гипертензии у спортсменов высокой квалификации.

ЗАДАЧИ:

Оценить уровень артериального давления в современной популяции спортсменов, в сравнении с общей популяцией населения и атлетами прошлых лет.

Выявить взаимосвязь синдрома артериальной гипертензии со спецификой физической активности, свойственной определенным видам спорта, согласно современным квалификациям.

Выявить взаимосвязь синдрома артериальной гипертензии с гендерной принадлежностью, морфофункциональными особенностями организма.

Установить наиболее информативные функционально-диагностические предикторы синдрома артериальной гипертензии.

Проанализировать клинико-функциональные изменения и оценить ремоделирование миокарда у спортсменов, имеющих высокое артериальное давление.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА:

Определены различия уровня артериального давления в популяции спортсменов (атлетов) относительно популяции физически неактивных лиц, во времени и по отношению к полу и типу активности.

Установлены и научно обоснованы факторы, влияющие на формирование артериальной гипертензии с развитием гипертензивного ремоделирования миокарда у спорстменов.

Доказана взаимосвязь между спецификой спортивной деятельности и формированием ранних признаков синдрома артериальной гипертензии.

Оценено значение производных физиологических показателей, наиболее тесно связанных с гипертензивным ремоделированием миокарда и способных служить предикторами артериальной гипертензии.

Показана значимость инструментальных функционально-диагностических критериев для ранней диагностики артериальной гипертензии.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

Теоретическая значимость исследования заключается в расширении представлений об особенностях влияния артериального давления в покое и при нагрузке на процессы ремоделирования сердца у атлетов различных видов спорта, как результата адаптации к различным типам специфической работы. В исследовании также установлены взаимосвязи функционально-диагностических показателей, получаемых в процессе углубленного медицинского обследования (УМО), на особенности ремоделирования миокарда, позволяющие прогнозировать эффективность и адекватность тренировочного процесса, адаптацию к нему и вероятность формирования патологической трансформации миокарда, свойственной стойкой артериальной гипертензии.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:

В результате проведенных исследований установлено значение показателей, как способствующих, так и не связанных с патологической трансформацией миокарда, типичной для стойкой артериальной гипертензии, которые переданы для использования в лечебно-диагностическом и педагогическо-тренировочном процессах. Полученные данные будут использованы как критерии коррекции тренировочных нагрузок, режима труда и отдыха и медикаментозной терапии, а также формирования групп риска в отношении развития эссенциальной гипертензии у лиц, профессионально занимающихся различными видами физической работы.

МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Отличительной методологической особенностью работы является системный комплексный подход к обследованию спортсменов и выявлению показателей, способствующих патологической трансформации миокарда,

типичной для стойкой артериальной гипертензии. Обследование спортсменов было выполнено путем применения комплекса клинико-функциональных, инструментальных и лабораторных методов исследования, апробированных и применяемых в области спортивной медицины, в результате чего были получены научные результаты, имеющие признаки полезности и достоверности. С целью оценки полученных результатов использовался современный метод статистической обработки с использованием пакета компьютерных программ SPSS 22.0.

ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ:

1. Современная популяция спортсменов имеет тенденцию к нормотензии, однако сохраняется более низкий уровень систолического и диастолического артериального давления, в сравнении с популяцией физически неактивных лиц; наиболее высокий уровень артериального давления в покое и его реакция на нагрузку характерны для видов спорта, связанных с высоким ростом и массой тела, силой и перенапряжением деятельности центральной нервной системы.
2. К предикторам синдрома артериальной гипертензии у спорстмена следует отнести массу тела, имеющую высокую прямую достоверную корреляцию с уровнем диастолического артериального давления в покое, и рост, имеющий высокую прямую достоверную корреляцию с пиковым систолическим артериальным давлением при нагрузочном тестировании; уровень нарастания систолического артериального давления в пересчете на единицу нарастания мощности.
3. Концентрический тип ремоделирования, оцениваемый как неблагоприятная (патологическая) трансформация спортивного сердца, наблюдается у 10% спортсменов; вероятность патологической трансформации миокарда выше у спортсменов с более высоким уровнем артериального давления в покое и большими показателями антропометрии (рост, масса тела, площадь поверхности тела).

ВНЕДРЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Результаты исследований (алгоритм оценки состояния здоровья, физической работоспособности спортсменов, факторов риска гипертонической болезни, методика оценки данных сопряженной с нагрузочными тестами эхокардиографии) внедрены в работу филиала №1 (Клиника спортивной медицины) Государственного автономного учреждения здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» (ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ), используются в образовательных программах Учебно-методического Центра ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ, в учебном процессе профессиональной образовательной программы на кафедре восстановительной медицины, реабилитации и курортологии ФГБОУ ВО ПМГУ им. И.М.Сеченова. Полученные данные о средних параметрах физической работоспособности и их взаимосвязи с типом ремоделирования миокарда, используются для построения тренировочно-соревновательного процесса и организации медицинского обеспечения спортивных команд.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ:

Достоверность результатов работы, обоснованность выводов и практических рекомендаций базируются на достаточном количестве наблюдений (700 спортсменов) и использовании современных методов статистической обработки материалов. Проведение диссертационного исследования одобрено Локальным этическим комитетом ГАУЗ МНПЦ МРВСМ ДЗМ (протокол №7 от 11.05.2020). Апробация диссертационной работы состоялась на заседании научно-методического совета Государственного автономного учреждения здравоохранения «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» 01.10.2020года, протокол №8.

ПУБЛИКАЦИИ:

По теме диссертации опубликовано 8 печатных работ, в том числе 3 из них опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ для публикации основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА:

Личный вклад автора заключается в планировании исследования, создании дизайна исследования, в определении и обосновании целей и задач исследования, выборе предмета и объекта исследования, оценке системы взаимообусловленных задач диссертационной работы и их реализации, в обследовании и анализе данных 700 спортсменов, включенных в исследование. Автор освоил методы, применяемые для получения и оценки результатов, выполнил статистический анализ и описание результатов основных клинических и инструментальных исследований, сформулировал выводы и основные положения, выносимые на защиту.

ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ:

Диссертация состоит из 4 глав, введения, выводов, практических рекомендаций и указания литературных источников. Диссертационная работа изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 52 таблицы и 24 рисунка. Указатель литературы включает 44 отечественных и 85 иностранных источников.

ГЛАВА I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Синдром артериальной гипертензии в популяции и спорте

Артериальная гипертензия является наиболее весомым фактором риска развития сердечно-сосудистых заболеваний во всем мире и является одним из наиболее распространенных состояний, выявляемых в ходе клинического обследования спортсменов (атлетов) [89,10]. Европейское общество кардиологов (ESC) рекомендует регулярную физическую активность с уровнем доказанности класса IA для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний [106], что способствует росту числа лиц, которые регулярно тренируются и хотят заниматься спортом с целью профилактики и лечения состояний, связанных с повышенным артериальным давлением [54].

Артериальная гипертензия ассоциирована с риском развития ишемической болезни сердца и гипертрофии левого желудочка (ЛЖ), которые, как отдельно, так и в совокупности, представляют субстрат для развития ишемии миокарда и желудочковых аритмий [110]. Кроме того, артериальная гипертензия вызывает структурные изменения в органах-мишенях, включая сетчатку, почки и головной мозг, что в свою очередь может явиться причиной увеличения риска возникновения спонтанного кровоизлияния и участков ишемии [77, 78, 86]. Значимое, критичное повышение артериального давления (АД) во время нагрузки служит триггером разрыва атеросклеротической бляшки, приводящего к ишемии миокарда или цереброваскулярных сосудов [47, 95]. Показано, что высокое АД в молодом возрасте, служит предиктором осложнений и ранней смертности в дальнейшем [64, 120]. Следовательно, своевременное выявление индивидуумов с гипертонической болезнью имеет первостепенное значение при проведении скрининга перед участием в соревнованиях, с тем, чтобы обеспечить здоровый образ жизни, надлежащее контроль и последующее наблюдение [71, 79, 126].

Термин «гипертоническая болезнь» (ГБ), был впервые предложен Г.Ф. Лангом в 1948 г., и соответствует термину "эссенциальная гипертензия", используемому в других странах. Под ГБ принято понимать хроническую патологию, основным признаком которой является повышение АД, не связанное с одной необходимой и достаточной причиной выявления явных причин, приводящих к развитию вторичных форм АГ. Распространенность ГБ среди всех форм АГ составляет свыше 90%. Так как ГБ заболевание с различными вариантами течения, в литературе часто вместо термина "гипертоническая болезнь" применяется термин "артериальная гипертония"

Под термином "артериальная гипертония" (или, артериальная гипертензия, прим. автора) подразумевают синдром повышения систолического АД (САД) ≥140 мм рт. ст. и/или диастолического АД (ДАД) ≥ 90 мм рт. ст.

Целевые значения уровня артериального давления (АД), согласно действующим рекомендациям 2018 года, основаны на результатах рандомизированных контролируемых исследований (РКИ). В этих исследованиях четко демонстрировался тренд целесообразности и пользы лечения, направленного на снижение исходных уровней АД у пациентов, как с гипертонической болезнью (эссенциальная гипертензия), так и с симптоматическими артериальными гипертензиями. Следует сказать, что применение этой градации предусмотрено не у всей популяции, а у взрослых пациентов различного возраста. Что касается детей и подростков, т.е. той категории лиц, которые не были включены в исследования и у которых данные относительно лекарственной терапии отсутствуют, то здесь используют центильные значения АД. Данные относительно классификации АД у мальчиков и девочек ≤16 лет приведены в рекомендациях ЕОАГ по АГ у детей и подростков 2016 г. [82]

Действительно, у детей и подростков уровень АД ниже, а нормальными значениями считаются показатели <120/80 мм рт. ст. [57, 82].

Различаются критерии артериальной гипертензии и в случае их определения при суточном мониторировании АД. Так, у взрослых пороговые значения повышенного АД при суточном мониторировании АД (СМАД) составляют ≥130 / 80 мм рт. ст., причём днем ≥135 / 85 мм рт. ст., и ночью ≥120 / 70 мм рт. ст.) [94, 99].

АГ констатируется согласно нескольких последовательно проведенных измерений АД (но, не менее 2-х) в двух разных посещениях врача. Критериями являются уровни систолического АД равного, или более 140 мм рт.ст., и диастолического – равного или более 90 мм рт.ст. [127]. Однако, 140/90 мм рт.ст. не может считаться основанием для постановки диагноза АГ у молодых людей старше 18 лет [1]. 95-й перцентиль для данного возраста, пола и длины тела является, границей нормального артериального давления у детей и подростков. [82]. При нахождении значений систолического АД (САД) и диастолического АД (ДАД) в разные разделах классификации, тяжесть АГ оценивается по более высокой категории АД.

Следует отметить, что между уровнем АД и риском сердечно-сосудистой патологии, существует прямая связь при уровне АД от 115/75 мм рт. ст., тем не менее, классификация АД по уровням способна упростить диагностический процесс и коррекцию синдрома артериальной гипертензии (АГ).

Распространенность АГ в популяции западных стран у мужчин 20-29 лет составляет 14,4%, 30-39 лет – 21,2%, тогда как у женщин 20-29 лет распространенность АГ составляет 6,2 %, 30-39 лет – 9,9% [72]

Изолированная систолическая гипертензия и изолированная диастолическая гипертензия, которые нередки у молодых мужчин, представляют собой, соответственно, повышенное систолическое АД с нормальным диастолическим АД, и повышенное диастолическое АД с нормальным систолическим АД [58, 119].

Считается, что пациенты с повышенным АД при нахождении в клинике, и нормальным артериальным давлением в домашних условиях, имеют гипертонию «белого халата» или изолированную клиническую гипертонию. Также, считается, что пациенты с нормальным офисным АД, но с повышенным давлением в условиях клиники, имеют замаскированную гипертензию [48,85,98]. В этих условиях используются пороговые уровни АД.

Вопрос о нормативах АД является актуальным, в частности, для атлетов и физически активных лиц и окончательно решенным считаться не может, несмотря на существование вышеуказанных нормативов, разработанных ВОЗ [Berg 2015].

Атлет в результате постоянного вовлечения в тренировочно-соревновательный процесс со временем адаптируется к интенсивным физическим нагрузкам. В состоянии покоя морфологические и физиологические параметры приобретают иные значения, в сравнении с лицами, ведущими неактивный образ жизни. Как пример можно привести низкие значения ЧСС (пульса) и АД у атлетов, что констатировал Г.Ф. Ланг, описав триаду «брадикардия, гипотония, гипертрофия (миокарда)» [7]. Отсюда, следует настороженно относиться не только к тем атлетам, чьё АД достигает и превышает установленные ВОЗ нормативы (140 мм рт.ст. систолическое и 90 мм рт.ст. диастолическое АД), но и к атлетам, которые имеют пограничные цифры АД. Связано это с тем, что обычно у тренированных лиц, занимающихся профессиональным спортом, без каких-либо патологических состояний и отклонений со стороны внутренних органов и систем, генерируемые цифры АД достаточно невысокие и зачастую находятся на нижней границе нормы. [33] Представители отечественной школы спортивной медицины справедливо считали, что атлету в отсутствие переутомления и физического перенапряжения свойственна, скорее,

артериальная гипотензия, так как большинство известных видов спорта имеют в своем составе компонент выносливости, формирующийся в процессе адаптации сердечно-сосудистой к перегрузке объемом, следствием чего является артериальная гипотензия в покое. [33] В РФ, традиционно считается, что у атлетов, в особенности тренирующих выносливость (аэробные динамические нагрузки), значения систолического и диастолического давления, примерно, на 10–20 мм рт. ст. ниже, чем в популяции физически неактивных лиц, сопоставимых по полу и возрасту, а, если брать относительные значения, то у атлетов средний уровень АД на 20% ниже, чем в популяции. В обиходе отечественных спортивных врачей был даже такой термин, как «гипотония высокой тренированности». Поэтому, даже к пограничным цифрам АД атлета в покое следует относиться критично. [33] Не случайно, А.Г. Дембо рассматривал АД в покое выше 129/79 мм рт.ст. как гипертоническое состояние. Эпизоды колебаний АД у атлетов в сторону его повышения отечественными авторами, такими как А.Г. Дембо, Э.В. Земцовский и др., зачастую рассматривались, именно, как предрасполагающие факторы к развитию ГБ. [14, 18, 33] Важно также придавать значение однократному повышению АД на фоне нормальных значений, в том числе изолированные изменения только систолического или только диастолического АД, так как эти отклонения могут быть показателями изменения реактивности вазомоторного аппарата. [33]

Тем не менее, последние годы показывают меняющуюся тенденцию в популяции атлетов. Так, в последние годы, нет точных данных о распространенности АГ в популяции атлетов. Более того, последние зарубежные обзоры не показывают значимой разницы в уровне АД у атлетов и не атлетов и, даже, свидетельствуют об умеренном повышении уровня АД в популяции атлетов, в сравнении с общей популяцией, с наличием у 2/3 атлетов пограничных уровней АД [45;46].

Существуют также исследования, показывающее большее распространение АГ у атлетов, в сравнении с не атлетами, выполненные на отдельных группах атлетов. Так, распространенность АГ среди игроков в американский футбол, примерно, в 2 раза выше, чем в той же местности (США) в общей популяции лиц, сопоставимых по возрасту (20-34 года) и полу [71]. Однако, данный вид спорта характеризуется значительными силовыми нагрузками. Точнее, соревновательную нагрузку можно охарактеризовать как высокоинтенсивную интервальную работу с переменным режимом деятельности, от максимально мощной (при продолжительном розыгрыше) до пауз покоя [24;25;26].

Стойкая артериальная гипертензия у атлета может быть частью синдрома перетренированности (overtraining syndrome). Известно, что прогрессирующий со временем рост спортивных результатов и спортивных достижений является следствием увеличения объема, качества и интенсивности физических нагрузок. Возросшие нагрузки в профессиональном спорте превышающие адаптационные возможности организма часто вызывают нарушение работы органов и систем и «истощение» функциональных резервов [4;13;36]. На практике это, как правило, в свою очередь приводит к стойкому отсутствию прогрессирования спортивных достижений, или, даже, их значимым ухудшением, ассоциируемыми с терминами «функциональная яма» и «перетренированность» [53;65;69].

Следует отметить, что атлет, занимающийся на высоком профессиональном уровне, тонко балансирует на грани между оптимальным уровнем тренированности и т.н. перетренированностью [3;31;37;41]. Большая часть авторов описывают перетренированность как состояние, при котором нарушается координация взаимодействий функций между корой головного мозга и подкорковыми отделами, ведущие к автономному (симпатико-парасимпатическому) дисбалансу, являющемуся ведущим звеном

патогенеза, опосредующим все дальнейшие нарушения регуляции функционирования органов и систем [19, 29, 30]. Существует определение перетренированности, как состояния, при котором достигнутые в результате тренировочного процесса приспособительные реакции сменяются неблагоприятными, приводящими в результате к предпатологическим и патологическим изменениям в отдельных органах и системах [15, 41].

Также существует мнение, согласно которому, основным в определении перетренированности является, опосредованное постоянным нарушением нейрогуморальной регуляции, снижение работоспособности [12].

Основываясь на распространенном мнении, ведущая роль в генезе и сущность синдрома перетренированности отводится развившемуся из-за дезадаптации и определенного дисбаланса гомеостаза, нарушению процессов суперкомпенсации, отражающими в норме качество и эффективность тренировочного процесса.

В настоящее время отсутствуют единое определение классификации и патофизиологическая сущность указанного состояния и качественное средство его прогнозирования до появления клинической картины, а сам синдром перетренированности остается сегодня клиническим диагнозом без четкого определения, отсутствующим под таким названием в МКБ - 10 [4; 41; 68; 88].

Симпатическая фаза, по-видимому, является идентичной острой стрессовой реакции, и является ее продолжением. [4]

Необходимо упомянуть и такое состояние, как симптоматическая артериальная гипертензия у атлетов.[4] По мнению одного из ведущих специалистов по спортивной кардиологии, Земцовского Э.В., в большинстве случаев выявленной артериальной гипертензии у атлетов, речь, в большинстве случаев, идет не о симптоматической артериальной гипертензии, в силу ее редко встречаемости у атлетов [33, 46]. Хотелось бы отметить, что эта точка зрения в настоящее время нуждается в пересмотре. Хотя, ГБ является ведущей

причиной повышенного АД у атлетов, в достаточно значимом числе случаев АГ обусловлена приемом соединений, стимулирующих работоспособность (в т.ч. допингов), а также нарушениями осанки, травмами (повреждения головы, шейного отдела позвоночника, травмы поясничной области и др.) [33, 50, 71, 84]. Lehman S.B. и Ravich S.J. пишут о том, что в США острые закрытые травмы головы составляют ежегодно 6000 смертельных случаев, а также миллионы менее тяжких повреждений [33, 80]. Последствия хронических травм головы (dementia pugilistica) являются результатом кумуляции повторяющихся эпизодов «незначительных» закрытых повреждений черепа, что ведет к нейропсихологическим расстройствам и нарушениям деятельности регуляторных центров, что зачастую сопровождается сосудистым гипертонусом и высокими цифрами АД. [33]

Интересным является рассмотрение влияние на артериальную гипертензию у атлетов гетерогенности видов спорта. Наиболее известна классификация спорта В.С.Фарфеля, построенная, в основном, с педагогических позиций, и традиционно применяемая во всех физкультурно-спортивных ВУЗах России в качестве основополагающей. Она подразделяет виды спорта на 1) циклические; 2) скоростно-силовые; 3) игровые; 4) единоборства; 5) сложно-координационные [38,39,40].

Эта классификация претерпела в последние годы некоторые модификации, наиболее значимые из которых с позиций спортивной медицины представлены ниже (табл. 1.1).

Таблица 1.1 Модифицированная классификация видов спорта по Фарфелю В.С. [35]

Виды спорта	Суть и принцип активности	Разновидности	Примеры
Циклически	1) Цикличное повторение движений для перемещения собственного тела в пространстве. 2) Ключевой источник энергообеспечения – аэробный. 3) В определении победителя решающую роль играет время преодоления расстояния.	-	Конькобежный спорт, биатлон, велоспорт-шоссе, велоспорт-трек, гребля академическая, гребля на байдарках и каноэ, лёгкая атлетика (бег и ходьба на длинные дистанции), лыжные гонки, маунтинбайк (горный велосипед, велокросс), плавание, триатлон, шорт-трек, спортивное ориентирование, марафон.
Игровые	1) Структурной единицей состязания является игра (матч, встреча). 2)Тип энергообеспечения смешанный, чаще с преобладанием аэробного компонента, значительную роль играет техника. 3) Задача каждой из противоборствующих сторон — добиться превосходства по количеству определённых игровых действий (гол, попадание).	Индивидуальные	Бадминтон, большой теннис, настольный теннис, ракетбол, сквош,
		Командные	Американский футбол, баскетбол, бейсбол, водное поло, волейбол, гандбол, флорбол, лакросс, футбол, мини-футбол (футзал), регби, лакросс, софтбол, хоккей (на траве, с шайбой, с мячом).
Спортивные единоборства и борьба	1) Обязателен физический контакт между соревнующимися. 2) Тип энергообеспечения - смешанный, ключевую роль играет техника. 3) Задача — добиться превосходства над соперником по количеству и качеству действий.	Единоборства (с ударной техникой)	Бокс, тайбо, кикбоксинг, карате, таэквондо, рукопашный бой, кунг-фу.
		Борьба (без ударной техники)	Греко-римская (классическая) борьба, вольная борьба, самбо, дзю-до, борьба на поясах, сумо.
Скоростно-Силовые	1) Для демонстрации результата обязательно приложение максимальной силы. 2) Тип энергообеспечения – анаэробный. 3) Задача – показать эффект приложения максимальной силы.	Преимущественно,скоростные (фиксируется скорость и время)	Бег на короткие дистанции, в том числе, с препятствиями.
		Преимущественно,силовые (фиксируется вес, сила, высота и расстояние).	Тяжелая атлетика, бодибилдинг, пауэрлифтинг, некоторые разновидности легкой атлетики (метание диска и копья, толкание ядра, прыжки в длину и в высоту.)
Сложнокоординационные, сложнотехнические и экстремальные.	1) Для достижения результата необходимо выполнение высокотехничных действий, зачастую связанных с использованием различной сложности механизмов и живых существ, а также существенным риском для жизни и здоровья. 2) Тип энергообеспечения различный; в большинстве случаев, ключевую роль играют нервно-психические процессы. 3) Задача – демонстрация сложно-технических. элементов, координации и превосходства в управлении техникой и (или) животными, и (или) преодолении неблагоприятных факторов окружающей среды.	Сложнокоордина-ционные	Вейкбоард, виндсерфинг, горнолыжный спорт, прыжки в воду, прыжки на батуте, прыжки с трамплина, синхронное плавание, скейтбоард, сноуборд, спортивная акробатика ,спортивная гимнастика, фигурное катание, фристайл, художественная гимнастка
		Сложно-техничес-кие	Аквабайк, бобслей, водные лыжи, парусный спорт, картинг мотогонки, мототриал, мотобол, санный спорт, скелетон, спидвей, стрельба из лука или арбалета, пулевая стрельба, стендовая стрельба, конный спорт, поло
		Экстремальные	Парашютный спорт, планерный спорт, альпинизм, скалолазание, спелеология, подводный спорт, сплав по горным рекам.

Таблица 1.2. Современная русскоязычная версия классификации видов спорта по Mitchell J.H. [5], с сохранением последовательности и расположения, имеющей в современной англоязычной версии (наименее «нагрузочный» виды спорта в верхнем левом углу, наиболее «энергозатратные» спортивные дисциплины – в правом нижнем углу)

Статический компонент				
	III.Высокий уровень (>50% MVC)	Бобслей/санный спорт†, полевые состязания (метание), гимнастика*†, воинские единоборства*, парусный спорт, спортивные восхождения, водные лыжи*†, тяжелая атлетика*†, виндсерфинг*†	Бодибилдинг*†, скоростной спуск на лыжах*†, скейтбоард*†, сноуборд*†, борьба*	Бокс, каноинг/каякинг, велоспорт*†, декатлон, гребля, конькобежный спорт*†, триатлон*†
	II.Средний уровень (20-50% MVC)	Стрельба из лука, автогонки *†, дайвинг*†, мотоциклетный спорт*†, конный спорт*†	Американский футбол*, полевые состязания (прыжки), фигурное катание*, родео*†, рэгби*, бег (спринт), серфинг*†, синхронное плавание	Баскетбол*, хоккей на льду*, бег на лыжах по пересеченной местности (коньковый шаг), лакросс*, бег на средние дистанции, плавание, гандбол
	I.Низкий уровень (<20% MVC)	Биллиард, боулинг, крикет, керлинг, гольф, стрельба	Бейсбол/софтбол*, фехтование, настольный теннис, волейбол	Бадминтон, бег по пересеченной местности (классическая техника), хоккей на траве*, ориентирование, спортивная ходьба, ракетбол/сквош, бег на длинные дистанции, футбол*, теннис
		Низкий уровень (<40% $\dot{V}$ O2 max)	Средний уровень (40-70% $\dot{V}$ O2 max)	Высокий уровень (>70% $\dot{V}$ O2 max)
		Динамический компонент		

Примечание. *Эта классификация основана на величине максимальной статической и динамической нагрузок. Увеличивающийся динамический компонент определяется как процент от максимально достигнутого потребления кислорода ($\dot{V}$ O2 max), и нарастания сердечного выброса. Увеличивающийся статический компонент связан с зарегистрированным процентом от максимально достигнутого произвольного мышечного сокращения (maximal voluntary contraction – MVC), ведущего к повышению артериального давления. Наиболее низкие требования к деятельности сердечно-сосудистой системы в правых верхних ячейках, а наиболее высокие - в левых нижних. Остальные ячейки отображают требования к сердечно-сосудистой системе ниже умеренного, умеренного и выше умеренного уровня. *Опасность физического контакта. †Высокий риск, в случае возникновения синкопальных состояний.*

Постепенно, в спортивную медицину России приходит классификация Mitchel J.H., традиционно применяемая в Американских и, отчасти, в Европейских рекомендациях по допуску к занятиям спортом. Здесь, в первую очередь, учитывается влияние нагрузки на систему кровообращения с двух позиций – а) перегрузка объемом (увеличение преднагрузки), которой способствуют, так называемые, динамические нагрузки; б) перегрузка сопротивлением (увеличение постнагрузки), оказываемая, в первую очередь, статической силовой работой (табл. 1.2; табл. 1.3; табл. 1.4). Нами используется версия, приближенная к классической англоязычной, модифицированная нами, и изложенная ранее в методических пособиях, позволяющая должным образом ориентироваться в видах спорта и их принадлежности (табл. 1.2).

Условно, нагрузки могут быть поделены на статические и динамические (Mitchel J.H., 1994). В других классификациях, они, примерно, соответствуют анаэробным и аэробным (концепция Волков Н.И., 2000), и скоростно-силовым и динамическим (концепция Фарфель В.С., 1960 г.). [9,10].

Реакция сердечно-сосудистой системы на динамические и статические упражнения существенно различается (табл. 1.3) [62, 91]. Динамические упражнения выполняются с постепенным вовлечением в процесс большого количества «красных» (медленных) мышечных волокон, что вызывает заметное увеличение потребления кислорода. Наблюдается существенное увеличение сердечного выброса, частота сердечных сокращений, ударный объем и систолическое артериальное давление; умеренное повышение среднего артериального давления; и заметное снижение диастолического артериального давления, вплоть до отсутствия исчезновения тонов (V фаза тонов Короткова) при падении давления в измеряющей манжете 0 мм рт.ст. Это явление получило название в отечественной литературе «феномен бесконечного тона». Обычно, он используется для детекции диастолического АД. Однако, по современным понятиям физиологии, давление крови в центральных артериях у здорового человека не может падать до абсолютного нуля, поэтому, как в предыдущих, так и современных руководствах по артериальной гипертензии, в этих случаях следует

оценивать АД по IV фазе тонов Короткова (приглушение), что в РФ внесено в рекомендациях [21]. Также, наблюдается заметное снижение общего периферического сопротивления. Статические же упражнения, напротив, существенно не увеличивают потребления кислорода, ударного объёма и частоты сердечных сокращений. Кроме того, при статических нагрузках наблюдается заметное увеличение систолического, диастолического и среднего артериального давления и общего периферического сопротивления. Таким образом, динамические нагрузки вызывают перегрузку левого желудочка объёмом, тогда как статические нагрузки – перегрузку сопротивлением.

Выполнение динамических и статических нагрузок воздействуют на ряд физиологических параметров, влияющих на потребление кислорода сердечной мышцей, такие как частота сердечных сокращений, напряжение стенки, и сила сокращения левого желудочка (ЛЖ) [92, 118]. Напряжение стенок зависит от соотношения давления и объема желудочка.

При динамических упражнениях высокой интенсивности наблюдается значительное увеличение частоты сердечного ритма и увеличение ударного объема, который достигается, в первую очередь, за счёт, как увеличения конечного диастолического объема (механизм Франка-Старлинга) и снижения конечно-систолического объема (повышенная сократительная активность). При высокоинтенсивных статических нагрузках происходит меньшее увеличение частоты сердечных сокращений и незначительное изменение конечных объемов ЛЖ, - систолического и диастолического. Следует сказать, что по умолчанию в ряде изданий по артериальной гипертензии, нагрузочному тестированию, авторы приводят примеры физиологических реакций и тестов, описывающих только лишь реакцию на динамические нагрузки, и полностью игнорируют статический тип нагрузок с их специфическим, отличным от предыдущего типа влиянием на гемодинамику и тип ремоделирования миокарда, определяемый эхокардиографически [43, 23].

Таблица 1.3 Реакция гемодинамики на статические и динамические нагрузки

Физиологические параметры		**Динамические нагрузки**	**Статические нагрузки**
Потребление кислорода (VO2,мл/мин/кг)		Значительно возрастает (↑↑↑)	Незначительно возрастает (↑)
Минутный объем сердца (Q, л/мин)		Значительно возрастает (↑↑↑)	Незначительно возрастает (↑)
Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./ мин)		Значительно возрастает (↑↑↑)	Незначительно возрастает (↑)
Ударный объем (SV, мл на 1 сердечное сокращение)		Значительно возрастает (↑↑↑)	Умеренно возрастает (↑↑)
Общее периферическое сопротивление (ОПСС в единицах периферической резистентности		Значительно снижается (↓↓↓)	Значительно возрастает (↑↑↑)
АД (мм рт.ст)	Систолическое	Значительно возрастает (↑↑↑)	Значительно возрастает (↑↑↑)
	Диастолическое	Значительно снижается (↓↓↓)	Значительно возрастает (↑↑↑)
	Среднее	Умеренно Возрастает (↑↑)	Значительно возрастает (↑↑↑)
Преимущественный тип перегрузки сердца		Перегрузка объемом (преднагрузка)	Перегрузка сопротивлением (постнагрузка)
Преимущественный тип ремоделирования миокарда		Эксцентрический	Концентрический
Отличительные признаки ремоделирования		Увеличение полостей миокарда	Увеличение толщины стенок

Таким образом, во время динамических (аэробных, циклических) физических упражнений систолическое АД увеличивается, а диастолическое АД остается сниженным, тогда как при статических – нарастают как первое, так и второе, а пульсовое давление существенно не меняется. Несмотря на то, что связь между гипертензивной реакцией АД во время физической нагрузки и сердечно-сосудистыми событиями не очень хорошо установлена, в ряде исследований она была связана с развитием внезапных событий [115]. Кроме того, повышение АД до 200 мм рт.ст. при нагрузке 100 Вт явилось независимым предиктором прогнозирования долгосрочной смертности у здоровых мужчин среднего возраста [49].

Несмотря на фундаментальность и чёткость концепции, практическое использование классификации Mitchell J.H. оказалось довольно неудобным, из-за многофакторности отельных видов спорта, и затруднительности, вследствие этого, их валидного расположения в девятипанельной системе ячеек, а также в связи со сложностью анализа [91]. В силу этого, был сделан шаг к упрощению классификации, и помещению в нее только Олимпийских дисциплин (Pelliccia A. et al. 2018). Созданная упрощенная классификация в настоящее время является основополагающей для позиционирования современных концепций влияния тех или иных видов спорта на организм атлета (рис.1.1).

Сложно–координацинные		Сила		Смешанные		Выносливость	
Статический компонент	+/-	Статический компонент	+++/++++	Статический компонент	++/+++	Статический компонент	++/+++
Динамический компонент	+/-	Динамический компонент	+/++	Динамический компонент	++/+++	Динамический компонент	+++/++++
Ремоделирование сердца	+/-	Ремоделирование сердца	+/++	Ремоделирование сердца	++/+++	Ремоделирование сердца	+++++
Гольф		Тяжелая атлетика		Футбол		Велосипед	
Стрельба из лука		Борьба/Дзюдо		Баскетбол		Гребля академическая	
Парусный спорт		Бокс		Волейбол		Средние/длинные дистанции плавание	
Настольный теннис		Бег на короткие дистанции		Водное поло		Средние/длинные дистанции	
Конный спорт		Толкание ядра		Бадминтон		Бег	
Карате		Метание Диска/копья		Теннис		Гребля на каное	
Стрельба из винтовки		Художественная гимнастика		Фехтование		Триатлон Биатлон	
Кёрлинг		Бобслей		Гандбол		Пятиборье	
Санный спорт		Шорт-трек		Регби		Бег на коньках на длинные дистанции	
Прыжки с трамплина		Горные лыжи		Хоккей/Хоккей на льду		Лыжные гонки	
		Сноуборд					

Рис. 1.1 Упрощенная классификация наиболее распространенных Олимпийских спортивных дисциплин (Pelliccia A. et al. 2018)

1.2 Ремоделирование миокарда

Важным с точки зрения практического значения в обследовании людей, занимающихся профессиональным спортом, является дифференциальная диагностика между физиологической и патологической гипертрофий. Так, трансформация сердца при т.н., «перегрузке сопротивлением», типичной, например, для гипертонической болезни, существенно отличается от спортивного сердца, которому свойственна, преимущественно, перегрузка объёмом. Качественное определение связанных со спортом патологических и физиологических процессов, способно снизить процент сердечно-сосудистых катастроф. Глубокое исследование вариантов гипертрофии сердца атлета содействует пополнению наших сведений о его резервах адаптационных потенций. Одним из наиболее подробных исследований по этому поводу, являются труды немецких учёных во главе с W. Kindermann [52, 73, 75]. Что касается количественной оценки адаптации сердца к тем или иным видам перегрузки, то наиболее распространена оценка параметров, в том числе размеров камер сердца, измеряемых с помощью ультразвукового исследования миокарда, в силу их большей валидности, несмотря на кажущийся и общепризнанный субъективизм данного метода исследования [121].

Годом первого упоминая термина официально является 1899 год, когда известный шведским специалистом в области медицины Саломоном Эбенхардом Хеншеном перкуторно было выявле увеличение размеров миокарда у шведских лыжников, и описанное им, именно, как сердце атлета [66]. Интересной представляется дискуссия в отношении того, является ли феномен спортивного сердца патологическим, либо же представляет собой физиологическое явление.

Так, многие эксперты совершенно по-разному интерпретировали увеличение камер сердца, и отмечали дуализм проблемы – с одной стороны, такое сердце оценивалось как повреждённое в результате многолетних

занятий физической работой, и потенциально способное именоваться патологическим, а с другой стороны невозможно отрицать возможность активации резервных возможностей сердца. В 1960 году в монографии Ренделла, являющейся фундаментальной, эта проблема фундаментально пересмотрена, и на основании полученных данных, рентгенографических и других, сформулировано утверждение, согласно которому гипертрофированное в процессе осуществления спортивных нагрузок сердце, не представляет собой патологии, а, напротив, являет собой миокард наиболее хорошо адаптированный к сверхнагрузкам[108]. Действительно, недавно проведенные наблюдения подтверждают тот факт, что возрастание объёма спортивных сверхнагрузок идёт параллельно и в непосредственной связи с физиологической трансформации миокарда, а, именно, с увеличением его мышечной массы и объёма за счет одновременной дилатации левых и правых камер, именуемой эксцентрической гипертрофией. Сердце атлета, таким образом, представляет собой по сути своей, сердце гармонично увеличенное, физиологическое [112].

В научной литературе по спортивной медицине, в РФ и мире, укоренилось определение «сердце атлета»; в ряде ситуаций применяются определения звучащие как синдром спортивного миокарда, либо сердца марафонца.

Характер спортивной активности, её объём и интенсивность, определяют сердечную адаптацию [91]. На начальной стадии занятий уже может начинаться функциональная трансформация без структурных изменений миокарда. Как известно в настоящее время, при любительских или оздоровительных тренировках и при разовых энергозатратах не более 2500 килокалорий, формирование спортивного сердца маловероятно [20]. В свою очередь прогрессирующие дилатация и (или) гипертрофия миокарда у пациентов с сердечной патологией, осуществляющих тренировочные нагрузки нередко представляют собой патологический процесс и не всегда является проявлением компенсаторных механизмов [20]. Возрастание объёма миокарда

является, как правило, следствием осуществления кардиореспираторных тренировок на выносливость в спорте высших достижений. У высококвалифицированных спринтеров при схожем количестве тренировочных объёмов изменения размеров миокарда, как правило, отсутствуют [20].

При этом масса миокарда никогда не достигает крайних величин, которыми принято считать вес сердечной мышцы 500,0 г (7,50 г/кг). Полагают, что для формирования спортивного сердца следует осуществлять циклические тренировочные нагрузки, минимальной продолжительностью 5-6 часов в неделю, низкоинтенсивно и длительно [20]. Следует сказать, что здесь свою роль играют, ещё не до конца изученные, генетические особенности – так, бег с общим количеством преодолеваемого расстояния более 50 км в неделю, как правило, формирует физиологическое спортивное сердце, но, в ряде случаев, даже, атлеты преодолевающие расстояние 120 км еженедельно, не всегда являются обладателями спортивного сердца [20].

Следовательно, в видах спорта, требующих качества выносливости, взаимозависимость между размерами миокарда и способностью достигать высоких показателей в состязаниях, является достаточно тонкой и не до конца установленной [20].

Для людей, занимающихся профессиональным спортом принято указывать, по отношению к массе тела, абсолютный и относительный объемы миокарда, ранее определяемый при помощи рентгенографии, а в эхокардиографическую эру (начиная с 1980-х г.г.) - с помощью ультразвука [91]. В норме сердечный объём атлета мужчины и атлета женщины находится в пределах с 10,0 по 12,0 мл/кг и, соответственно, с 9,0 по 11,0 мл/кг. Максимальные значения для сердца высококвалифицированного атлета этого, несомненно, важного показателя, могут достигать, соответственно, 20,0 мл/кг и 19,0 мл/кг [20]. Сердца наиболее крупных масс и объёмов встречаются у атлетов в видах спорта, требующих высокой кардиореспираторной выносливости. К ним относятся бегуны на дистанции 3 км и выше, атлеты-

триатлонисты, лыжники, велоспорт. Примечательно, что атлеты игровых видов спорта, часто и продолжительно перемещающиеся по полю, в частности, футболисты, имеют относительно небольшое увеличение размеров миокарда. В гребном виде спорта, несмотря на большие сердца в абсолюте, относительные их размеры, в отношении пропорций тела, увеличены умеренно. В скоростно-силовых спортивных дисциплинах, либо в видах спорта, чьи атлеты требуют навыков координации, сложных движений, классическая эксцентрическая спортивная гипертрофия миокарда, в основном, не формируется, даже, в случае выполнения атлетами значительных тренировочных объёмов (рис 1.2) [20].

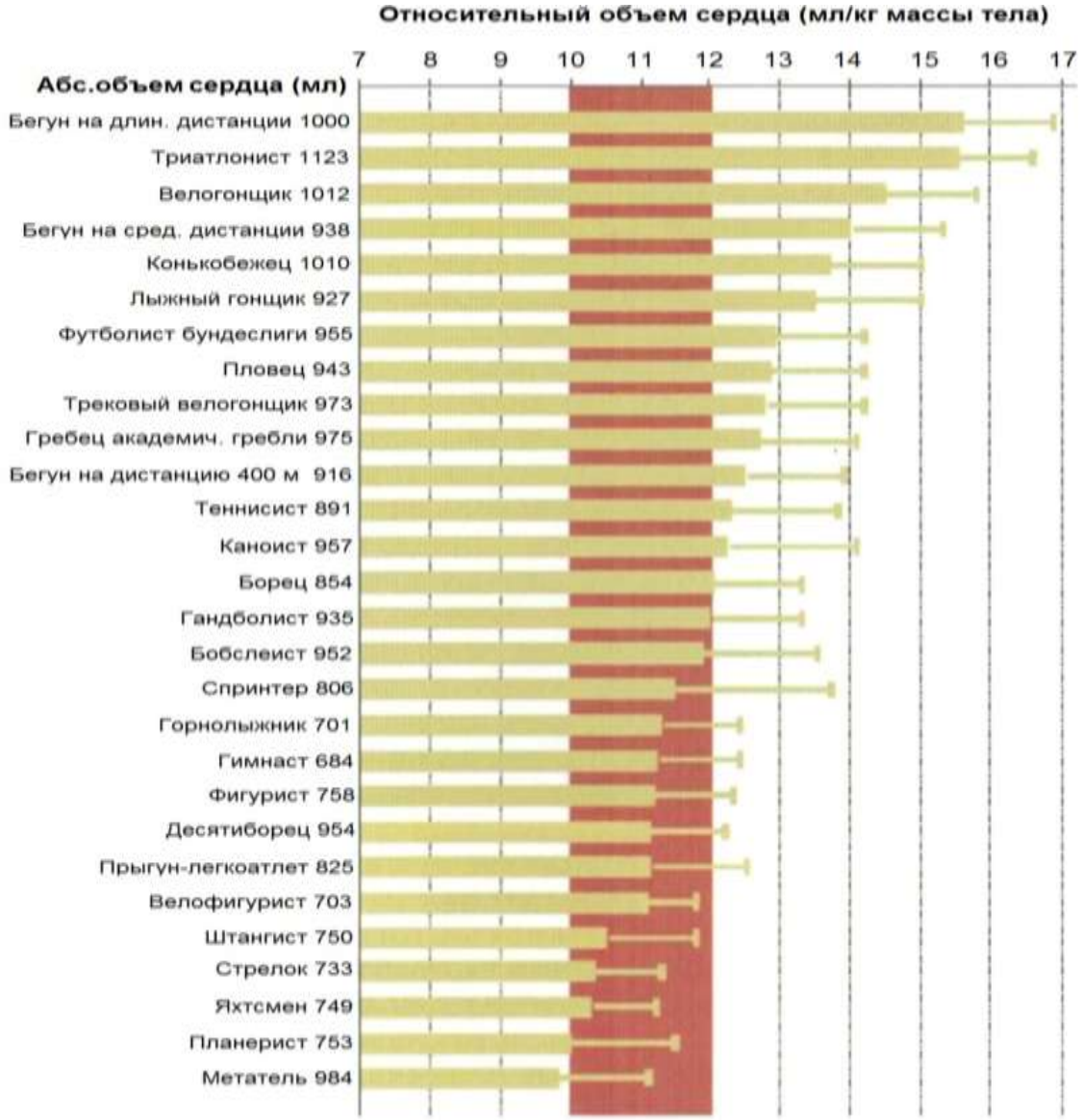


Рис. 1.2 Сердечные объёмы у атлетов различных видов спорта (ml). Представлены M и σ среднего абсолютного (мл) и относительного (ml/kg массы тела) сердечных объёмов [91, 111]

Следует сказать, что величины, измеренные при помощи МРТ отличаются от аналогичных ультразвуковых исследований – в первом случае, размеры камер сердца больше, а толщина стенок и мышечная масса меньше [107, 114].

При физиологическом ремоделировании сердца около 15,0 % атлетов имеют конечный диастолический диаметр левого желудочка (КДР ЛЖ) 60,0 мм и более; 2,0 % имеют толщину стенок между 13,0 и 15,0 мм [102]. Предпочтительным является выполнение эхокардиографических измерений в М-режиме из парастернальной позиции по длинной оси, так как в этом случае границы стенок камер сердца точнее определяемы, а значения диастолической функции четче идентифицируемы, в сравнении с В-режимом. Атлеты в видах спорта с комбинацией выносливости и силы и большими размерами тела в академической гребле и гребле на каноэ часто имеют высокие абсолютные значения размеров сердца. Для атлетов женского пола предельные значения ниже: 60,0 мм, и в отдельных случаях до 63,0 мм для LV EDD, 12,0 мм для толщины стенок. Мышечная масса левого желудочка, измеренная с помощью традиционных методов, может составлять максимально 170,0 г/м² у мужчин, и 130,0 г/м² у женщин. Для конечно-диастолического размера (EDD) левого желудочка, оцениваемого при эхокардиографии, в М-режиме из позиции парастернальной длинной оси приведены параметры 32,0 мм (17,0 мм/м²), а для базального EDD в апикальной 4-камерной позиции – 49,0 мм (28,0 мм/м²) [113].У этих атлетов измеренный LV EDD достигал 67,0 мм, а толщина стенок камер сердца – 15,0 мм [122]. У марафонца значительным считается КДРЛЖ 60,0 мм, поскольку при S тела от 1,60 до 1,65 м² он составляет около 37,0 мм/м², что значительно выше референсного значения, принятого международными профессиональными сообществами (32,0 мм/м²).

Профессиональный спорт имеет лишь опосредованное влияние на диаметр аорты (в частности корня аорты). Верхние пределы составляют 40,0 мм у мужчин и 34,0 мм у женщин [20, 100]. При ремоделировании миокарда специфические изменения происходят в предсердиях, и даже существует их взаимосвязь с

размером желудочков. В 20,0% случаев левое предсердие увеличено до 45,0 мм, а у мужчин с большими размерами тела в отдельных случаях - до 50,0 мм [20, 101].

Что касается ремоделирования миокарда при стойкой артериальной гипертензии (в т.ч., гипертонической болезни), то оно, в значительной мере схоже с трансформацией сердца атлетов, занимающихся силовыми видами спорта, в частности, так называемым «сердцем силача», представляющим собой паттерн гипертрофии левого желудочка концентрического характера. Триггером ее развития, по всей видимости, является повышение давления во время, преимущественно, изометрической работы и максимальной работы на силу. В некоторых исследованиях было установлено, что у атлетов-силовиков ОТС, т.е., соотношения между толщиной стенок левого желудочка и КДР ЛЖ не превышает 43,0 % (в отдельных случаях до 45,0 %) [20,123]. Доказано, что анаболические андрогенные стероиды могут провоцировать развитие концентрической гипертрофии левого желудочка, которая, в свою очередь, сопровождается нарушением диастолической функции левого желудочка [101]. Случаи утолщения стенок камер сердца в сочетании с нормальным размером левого желудочка у атлетов указывают на патологическую гипертрофию в результате, например, злоупотребления анаболическими препаратами, различными видами кардиомиопатий, развитием аортальной недостаточности или аортального стеноза, а также при значительной «перегрузке сопротивлением», характерной для гипертонической болезни (табл.1.4).

Таблица 1.4 Различия спортивной гипертрофии миокарда и сердца гипертоника [33]

Спортивная гипертрофия миокарда	**Гипертрофия миокарда при ГБ («сердце гипертоника»)**
Вызвана «перегрузкой объемом» (изотоническая перегрузка)	Вызвана «перегрузкой сопротивлением» (изометрическая перегрузка)*
Морфологически сохраняются пропорции между числом и соотношением кардиомиоцитов и капилляров	Число микрососудов в отношении количества кардиомиоцитов снижено
Увеличивается число нервных элементов сердца	Число нервных элементов сердца не возрастает
Скорость обменных процессов в кардиомиоцитах на внутриклеточном уровне повышена	Скорость обменных процессов в кардиомиоцитах на внутриклеточном уровне снижена
Пропорциональное развитие мышечной ткани и соединительнотканного каркаса	По мере прогрессирования ГБ, возрастает относительное количество соединительнотканных элементов
Увеличение полости левого желудочка более выражено, чем возрастание толщины стенки	Объем полости левого желудочка имеет менее выраженную динамику; более выражено увеличение толщины стенки
Сопровождается увеличением ударного объема и снижением частоты сердечных сокращений	Ударный объем и частота сердечных сокращений варьируют в широких пределах
Не характерны выраженные («запредельные») степени гипертрофии	Часто встречаются случаи выраженной гипертрофии, достигающие критических значений
Не характерны случаи ассиметричной гипертрофии с преобладанием функции одного из отделов сердца	Нередки случаи ассиметричной гипертрофии миокарда

У атлетов целесообразно оценивать толщину миокарда и другие структуры относительно площади поверхности тела (ППТ). Антропометрические данные имеют важно значение при расчете нормативных показателей атлетов [43]

При динамических исследованиях наибольшую информацию об измеренных параметрах дает 2-фактор (z-score), который представляет собой разницу между анализируемой величиной и средней величиной в популяции, измеренную в единицах стандартного отклонения, и совпадает с величиной а ($1,65\ z = 1,65\ \sigma$; $2\ z = 2\ \sigma$; $3\ z = 3\ \sigma$ и т.д.). $z = (x-\mu) / \sigma$

где: x - величина, которую надо стандартизировать; μ — средняя величина в популяции; σ - стандартное отклонение в популяции

Абсолютные границы нормального размера левого желудочка

Для нормальной популяции пороговые значения КДР ЛЖ колеблются от 4,2 до 5,9 см (в среднем, 55 см). В работах Maron B.J., Kindermann W, Scharhag J., Pelliccia A. et al., и других авторов было показано, что большинство атлетов укладываются в данный норматив, однако примерно у трети из них КДР ЛЖ составляет свыше 55 мм, а у 5% он превышает 60 мм.

- При сопоставлении с площадью поверхности тела границей нормы считают КДР ЛЖ 22,0 - 31,0 мм/м^2, КДО ЛЖ от 35 до 75 мл/м^2. По отношению к весу пациента - при такой методике нормальный объем сердца

- у мужчин 10-12 мл/кг,
- у женщин 9-11 мл/кг.

«Спортивное сердце» устанавливают при объеме

- >13 мл/кг (максимально 20 мл/кг) у мужчин
- >12 мл/кг (максимально 19 мл/кг) у женщин

Абсолютные границы толщины и массы миокарда ЛЖ

Условная граница нормы абсолютных значений толщины миокарда

- толщина стенки левого желудочка (ЛЖ) - до 10 мм
- толщина межжелудочковой перегородки (МЖП) - до 12 мм.
- масса миокарда – до 224г.

Для атлетов считается допустимой толщина МЖП 13-15 мм, однако, она требует исключения патологии (т.н., «серая зона» - англ. «grey zone»)

Относительные границы толщины и массы миокарда ЛЖ

Допустимые верхние границы по массе миокарда составляют

- масса миокарда до 115 г/м^2 у мужчин и до 95 г/м^2 у женщин
- до 48,0 г/м^{2,7} у мужчин и до 44,0 г/м^{2,7} у женщин
- общий параметр миокардиальной массы составляет <51 г/м^{2,7} как для женского, так и мужского пола (данный показатель способен вносить свой вклад в занижение частоты реальных гипертрофий)

Важным, как было замечено ранее, является оценка типа ремоделирования миокарда. Так, для поражения миокарда как органа-мишени при гипертонической болезни, типично, в отличие от эксцентрического ремоделирования спортивного сердца, концентрическое ремоделирование миокарда. Для определения типа миокардиального ремоделирования пользуются совместной оценкой, как объёмных изменений сердечных камер, так и сердечной массы, а, именно, определением относительной толщины стенки (ОТС)

ОТС = толщина стенки/ радиус левого желудочка (рис. 1.2)

Рис. 1.2 Варианты ремоделирования миокарда левого желудочка, рассчитанные на основании индекса массы миокарда левого желудочка (ИММ) и относительной толщины стенки левого желудочка в диастолу (ОТСд).

- нормальное сердце - размер ОТС = 0,36 до 0,45 (в среднем, 0,43)
- концентрическое ремоделирование - при нормальной массе миокарда наблюдается увеличение ОТС
- эксцентрическая гипертрофия - увеличенная массы миокарда и нормальный показатель ОТС
- концентрическая гипертрофия - увеличены и масса миокарда, и ОТС

Важным аспектом оценки ремоделирования миокарда также является его оценка с целью выявления кардиомиопатий, являющихся причин внезапной сердечной смерти (ВСС) атлетов в возрасте до 35 лет (в возрасте после 35 лет ведущей причиной ВСС является ишемическая болезнь сердца – ИБС). Основная сложность выявления патологических состояний у атлетов и, в частности, кардиомиопатий – общие признаки со спортивным сердцем. Общие признаки, в литературе, принято обозначать термином «серая зона» (англ. «grey zone»). Основными состояниями, требующими дифференциальной диагностики со спортивным сердцем.

1.3. Заключение

Известно, что в мире существует множество видов спорта, счет числа которых идет, как минимум, на сотни, а, возможно, и на тысячи. Очень многое зависит от того, что считать спортом, и какую деятельность причислять к нему. Большинство традиционных видов спорта, в том числе, являющихся олимпийскими, основным своим компонентом имеют мышечную активность, тесно сопряженную с деятельностью регуляторных систем (нервная, эндокринная и др.) и интегрированной системы кислородотранспорта (кардиореспираторная система).

В практической работе со атлетом, и его подготовке к стартам, принимают специалисты трех основных специализаций – педагог (тренер), физиолог-биохимик (тренер по физическому воспитанию), спортивный врач. По сути, на этом основаны основные парадигмы текущих классификаций спортивных дисциплин, призванных упорядочить их множество по определенным логическим основаниям.

Так, существуют следующие классификационные парадигмы:

1) Педагогическая парадигма – в качестве наиболее часто используемой фигурирует классификация Фарфеля В.С., 1960 г. с ее делением видов спорта на 5 подразделов: циклические, скоростно-силовые, игровые, единоборства и сложно-координационные дисциплины. Существуют варианты ее разбивки, например, подразделение пятой группы на, непосредственно, сложно-координационные виды спорта (скейтбоард, фристайл, горнолыжный спорт и др.) и сложно-технические дисциплины (автоспорт, мотоспорт и др.).

2) Биохимически-физиологическая парадигма – ее основным моментом является преимущественный способ энергообеспечения, типичный для данного спорта; это анаэробный алактатный, анаэрбно-лактатный и аэробный пути энергообеспечения. Основная сложность заключается в участии всех систем энергообеспечения, в том или ином виде, в подавляющем большинстве видов спорта.

3) Медико-физиологическая – имеет основным моментом преимущественный тип перегрузки миокарда объёмом, либо сопротивлением. Этот аспект нашел свое выражение в классификации Mitchell J.H., 1994 г. [91]

В силу сложностей использования классификации Mitchell J.H., касающихся неопределенности и аморфности критериев включения конкретного вида спорта в одну из ячеек сложной девятипанельной системы, в настоящий период времени Европейские ученые перешли к упрощенной классификации спорта, разделяющей все виды спорта на 4 группы: на выносливость, на силу, смешанные виды спорта и виды спорта, ориентированные на спортивные навыки. Несмотря на существенные недостатки упрощенной Европейской классификации (например, причисление единоборств к видам спорта, ориентированным,

исключительно, на силу), она положена в основу анализа современных исследований и публикаций, в частности, касающихся артериальной гипертензии.

В своем дальнейшем анализе мы постарались учесть все моменты, касающихся современных аспектов классификации видов спорта, и исследовать синдром артериальной гипертензии атлета с их учетом.

В 36-ых Бетесдских рекомендациях по допуску к занятиям спортом, говорится о том, что артериальная гипертензия (АГ) – наиболее часто встречающееся состояние сердечно – сосудистой системы у атлетов [87]. В Российских национальных рекомендациях по допуску к занятиям спортом позиционируется АГ как наиболее часто встречающаяся у атлетов патология, что, с нашей точки зрения, не соответствует истине. Высокое АД достаточно часто регистрируется у атлетов, но не обязательно является патологией в узком смысле этого слова. Действительно, преходящее повышение АД характерно не только для патологических процессов, но и для физиологических состояний (физическая нагрузка, восстановление после физической работы и др.), для патофизиологических процессов, не являющихся еще, собственно, органической патологией (утомление, физическое перенапряжение, синдром перетренированности и др.).

Персистирующий синдром АГ, то есть, длительно регистрирующиеся высокие цифры АД в состоянии покоя могут:

- Приводить к поражениям органов-мишеней, на которые могут дополнительно воздействовать, непосредственно, занятия спортом (например, нарушения со стороны органа зрения при ударах в голову мячом, перчаткой и др.)
- Служить триггером для развития ряда ургентных состояний – фатальных нарушений ритма сердца, острой ишемии миокарда, инсульта и др.

Сам по себе, синдром АГ при этом в качестве причины внезапной смерти не рассматривается. Тем не менее, такое состояние, как «невыясненная гипертрофия миокарда», включенная в качестве причины смерти атлетов в статистические выкладки B. Marron, может считаться прямым следствием стойкой перегрузки сердца сопротивлением вследствие персистирующей АГ. Несмотря на то, что при АГ увеличивается риск развития желудочковых нарушений ритма сердца и внезапной сердечной смерти [6].

Гетерогенность видов спорта, типов физических нагрузок и специфики тренировочно-соревновательного процесса ведет к различным физиологическим сдвигам, выявляемых при помощи функционально-диагностических исследований.

Попытки упорядочить спорт в разрезе медицинских знаний, физиологии и педагогики, найти общие черты и закономерности, позволяющие объединить виды спорта в относительно гомогенные группы, ведутся до сих пор.

Для решения этой проблемы, важно детальное изучение всех физиологических особенностей, связанных с типом деятельности атлета в конкретном виде спорта, а также схожих видах деятельности.

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводилось в филиале №1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы».

2.1 Исследуемый контингент (материал) и дизайн исследования

В исследование включены атлеты высокого класса различных групп спортивных дисциплин (циклические, игровые, единоборства и др.), в возрасте от 18 до 45 лет, практически здоровые и регулярно тренирующиеся по своему основному виду спорту. Стаж занятий профессиональным спортом более 5 лет.

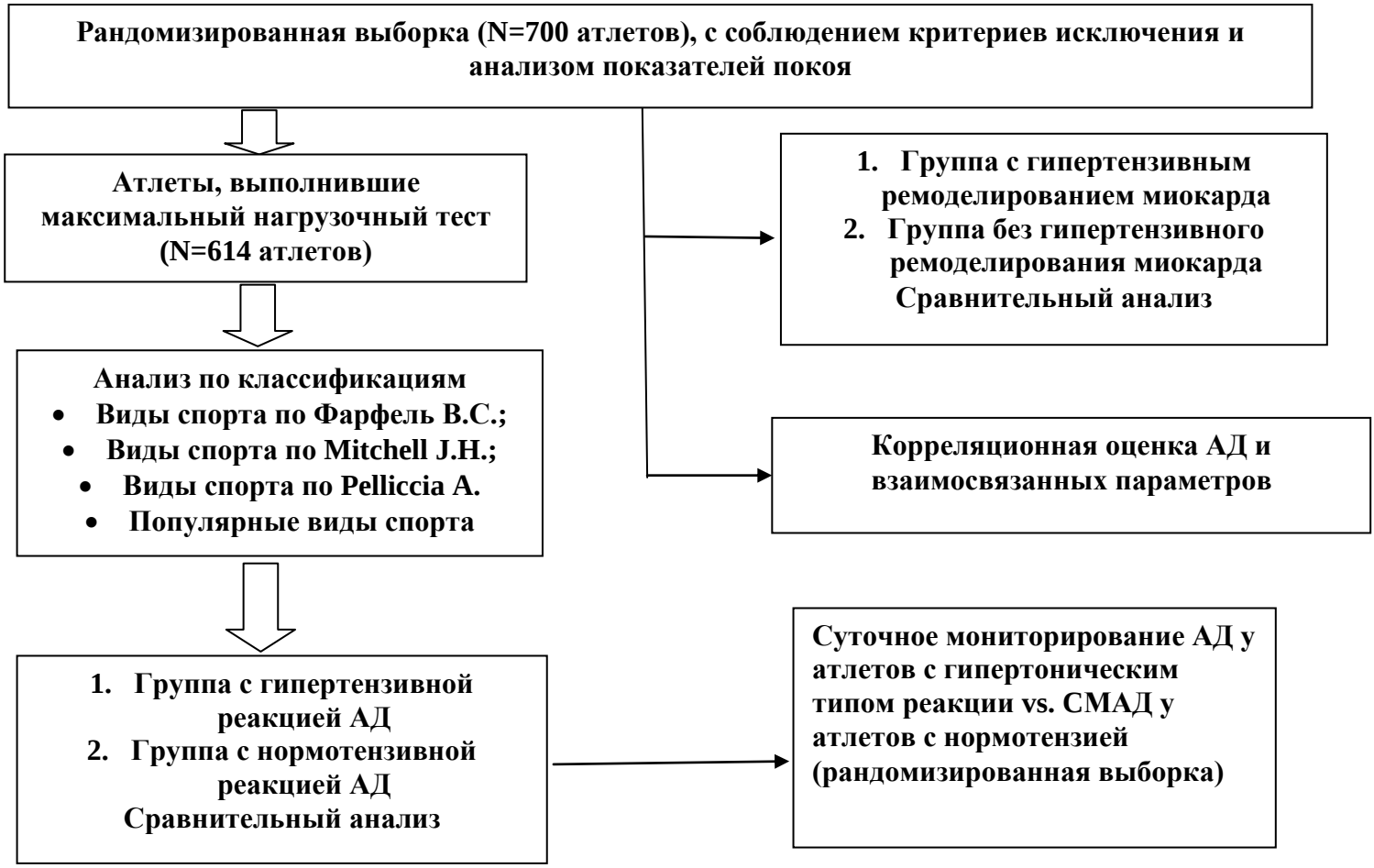
Критерии исключения:

- Возраст моложе 18 и старше 45 лет
- Повреждения опорно-двигательного аппарата в течение последних 4-5 месяцев.
- Прием фармакологических средств накануне, в течение 10 дней до исследования.
- Состояние неполного выздоровления после воспалительных процессов органов дыхания.
- Обострение хронических процессов (хронические тонзиллиты, гаймориты, хронический пиелонефрит и т.д.)
- Эмоциональный и психический стрессы
- Состояние восстановления в течение 5-ти дней после соревнований
- Воздействие интенсивных тренировочных нагрузок в течение предшествующих 2-х суток.
- Употребление алкоголя в течение 3-х дней до исследования.
- Нарушения ритма пароксизмального характера
- Желудочковые и частые наджелудочковые экстрасистолы
- Блокады атриовентрикулярного соединения, не носящие характера привычных для атлета

Таблица 2.1.1 Характеристика групп, включенных в исследование атлетов

Пол (M - мужской; F- женский)		Возраст, лет
Циклические (лыжные гонки, триатлон, бег на длинные дистанции)	M (n=116)	23,35±2,73
	F (n=62)	22,02±2,46
Скоростно-силовые (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, бодибилдинг)	M (n=55)	24,58±2,65
	F (n=29)	23,34±2,23
Игровые (футбол, хоккей, гандбол, баскетбол)	M (n=128)	24,84±3,23
	F (n=21)	23,00±2,21
Единоборства (самбо, дзюдо, каратэ)	M (n=126)	25,37±3,74
	F (n=34)	23,35±2,45
Сложно-координационные (стрельба, автоспорт, конный спорт)	M (n=17)	25,35±1,92
	F (n=26)	24,96±2,01
ИТОГО 614 человек Средний возраст 24,03±2,61 лет	M=442 F=172	M = 24,73±2,95 F=23,33±2,27

Дизайн исследования



2.2 Методы исследования

1. **Клиническое и общепринятое обследование пациентов**

Физикальный осмотр, измерение АД, роста, веса, общий анализ крови, мочи, основные биохимические показатели крови, входящие в углубленное медицинское обследование (УМО).

Никто из атлетов не страдал хроническими или острыми заболеваниями в пределах 30 дней до исследования. Не выявлялось крайне низких или высоких значений частоты сердичкечных сокращений, которую регистрировали с использованием данных ЭКГ.

АД регистрировалось аускультативным методом по Короткову, согласно современным рекомендациям.

2. **Электрокардиографическое исследование в покое лёжа в 12-ти отведениях**

ЭКГ снималась атлетам в положении покоя лежа в 12 отведениях. Для регистрации использовались электрокардиографы Shiller AT-5 (Швейцария) и аппаратно-программный комплекс «Диамант» КМ-АР-01 (Санкт-Петербург; сертификат соответствия Госстандарта России № РОСС RU.ИМ17.В00013), в том числе с использованием компьютерной регистрации данных. Исследование проводилось после 10-минутного отдыха и не ранее чем через 2 часа после приема пищи. Запись ЭКГ осуществлялась в горизонтальном положении лежа на спине, при максимальном расслаблении мышц [34]. Перед началом записи на всех каналах электрокардиографа устанавливалось одинаковое усиление электрического сигнала − 1 mV = 10 мм. ЭКГ регистрировалась при скорости движения записи 25 мм/с в течение не менее 40 секунд. Осуществлялась также однократная запись на скорости 50 см/с в течение 20 секунд.

3. **Эхокардиографическое исследование с определением маркеров патологического ремоделирования миокарда**

Ультразвуковое исследование сердца в покое осуществлялось всем атлетам в стандартных проекциях с депонированием параметров визуализации в памяти аппарата ультразвуковой диагностики GEVivid 7 (USA).

Параллельно, регистрировали стандартные и усиленные отведения от конечностей.

УЗИ-паттерн допплера в различных режимах обрабатывался с помощью предусмотренных программных продуктов.

Измерялись следующие параметры:

систолическая функция левого желудочка (ЛЖ);

конечно-диастолический размер левого желудочка (КДРЛЖ);

конечно-систолический размер левого желудочка (КСРЛЖ);

толщина задней стенки (ТЗСЛЖ);

толщина межжелудочковой перегородки в систолу (ТМЖПС)

толщина межжелудочковой перегородки диастолу (ТМЖПД).

Исследование дополнено использованием расчетных параметров, среди которых следующие:

систолодиастолическая разница толщины миокарда (СДР);

индекс массы миокарда на 1м^2 площади поверхности тела (ИММ);

объемный легочный (Qp) кровоток;

объемный системный (Qs) кровоток;

среднее давление в легочной артерии (ДЛА);

ударный индекс сердца (УИ);

минутный индекс сердца (СИ);

фракция выброса (ФВ);

фракция укорочения левого желудочка.

За верхнюю границу нормы ТЗСЛЖ для нормальной популяции и атлетов брали 11,0 мм, для ТМЖП у атлетов – 12 мм.

Диастолическую функцию левого желудочка изучали по трансмитральному кровотоку. Анализ проводился по средним значениям показателей, вычисленных по 5 синхронизированным комплексам. Допплер-эхокардиографию проводили в режиме импульсного доплера из апикального доступа в 4-х камерной позиции. Контрольный объем располагался в полости ЛЖ на уровне кончиков створок митрального клапана так, чтобы амплитуда раннего диастолического пика была максимальной. Данные записывались в память компьютера в соответствии с протоколом. Оценивались следующие допплеровские параметры: Е и А – максимальные скорости раннего диастолического наполнения и предсердного наполнения левого желудочка, отношение Е/А, DT – время замедления раннего диастолического наполнения, ВИР – время изоволюмического расслабления ЛЖ. Рассчитывались такие показатели, как отношение Е/А к ВИР – ПДД (показатель диастолической дисфункции) и фракция предсердного наполнения – ФПН = VTIA/(VTIE +VTIA), где VTIE и VTIA- интегралы линейной скорости пиков Е и А.

Измерения параметров для левого желудочка выполняли, традиционно, в парастернальной проекции длинной оси, на уровне концов створок митрального клапана в конце диастолы, т.е., в период закрытия клапана, и в систолу, т.е., непосредственно, перед открытием клапана; была использована средняя величина из трех последовательных сердечных циклов во время выдоха.

Масса миокарда, в граммах, высчитывали по общепринятой формуле:

$ММЛЖ=0,8\{1,04[(ТМЖП+КДРЛЖ+ТЗСЛЖ)^3–КДР\ ЛЖ^3]\}+0,6,$

где ММ – масса миокарда в граммах,

ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки в мм,

КДРЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка в мм,

ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка в мм.

В качестве верхней границей нормы индекса массы миокарда бралось значение 115 г/м^2.

Для юных спортсменов степень гипертрофии уточняли, также, по массе миокарда, индексированной по росту в степени 2,7 (масса миокарда/длина тела^{2,7}) с верхней границей нормы 48,0 г/м^{2,7} .

Для расчета относительной толщины стенки левого желудочка в диастолу (ОТСд) применялась формула:

ОТСд=2•ТЗСЛЖ/КДРЛЖ;

ТЗСЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу,

КДРЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка.

За верхнюю границу нормы ОТС было взято рекомендованное значение 0,42.

Конфигурацию сердца определяли в соответствии с рекомендациями Lang R.M.с соавт., как концентрическое ремоделирование при неизмененной массе, но увеличенной относительной толщине стенки, концентрическую гипертрофию – при увеличенной массе и относительной толщине стенки, эксцентрическую гипертрофию – при увеличенной массе миокарда и нормальной относительной толщине стенки [18].

4. **Максимальный нагрузочный ступенчатый тест на велоэргометре (ВЭМ) с контролем** основных параметров ЭКГ и тренда АД с газоанализом в режиме реального времени (эргоспирометрия) с определением потребления кислорода, экскреции углекислоты и производных параметров центральной гемодинамики.

Несмотря на то, что он является, в большинстве случаев, неспецифическим видом работы для изучения реакции артериального давления в ответ на физическую нагрузку, нами был выбран тест на велоэргометре (ВЭМ-тест), лимитирующим работу механизмом которого, в большинстве случаев, является локальное мышечное утомление. Вместе с тем, ВЭМ-тест имеет следующие несомненные достоинства (рис. 2.1).

- *Хорошее качество регистрации ЭКГ-сигнала на всех ступенях нагрузки;*
- *Возможность мониторирования основных физиологических параметров (в т.ч. артериальное давление)*

Рис. 2.1 Велоэргометрический (ВЭМ) тест – отсутствие механических факторов при спокойном положении рук на руле, позволяет адекватно и без значимых помех осуществлять регистрацию артериального давления во время теста.

Нагрузка задавалась следующим протоколом:

- Начальная мощность – 25 Вт, ступень – 25 Вт, продолжительность ступени – 2 мин. Перед началом испытаний проводилась калибровка газоанализаторов с использованием газовой смеси со стандартными концентрациями O2 и CO2, а также осуществлялась объемная калибровка волюметра используемого прибора.

Критерием остановки теста являлось утомление атлета, с соблюдением всех необходимых физиологических критериев его констатации. Остановка теста осуществлялась по просьбе самого атлета, либо при констатации физиологических параметров утомления.

Испытание в тесте «ступенчатого повышения нагрузки» проводили с использованием эргоспирометрической установки Oxycon фирмы Jaeger (Германия). Перед началом испытаний проводилась калибровка газоанализаторов с использованием газовой смеси со стандартными концентрациями O2 и CO_2, а также осуществлялась объемная калибровка волюметра используемого прибора. Анализу подвергались следующие показатели (прямые и расчётные) [34]:

Wpeak – пиковая мощность, в т.ч., с пересчетом на килограмм массы тела атлета;

WAT – мощность выполняемой нагрузки на уровне анаэробного порога;

$EqCO_2$– эквивалент по углекислоте (как критерий идентификации анаэробного порога);

EqO_2– эквивалент по кислороду (как критерий идентификации анаэробного порога);

HRpeak– максимальная частота сердечных сокращений;

HRAT – частота сердечных сокращений на уровне анаэробного порога;

$\dot{V}O_2AT$– потребление кислорода на уровне анаэробного порога;

$\dot{V}O_2AT/kg$ – потребление кислорода на уровне анаэробного порога в пересчете на килограмм массы тела;

$\dot{V}O_2$ /HR max - максимальный кислородный пульс нагрузки;

$\dot{V}O_2peak$ – пиковое потребление кислорода в тесте;

$\dot{V}O_2$ peak /kg - пиковое потребление кислорода в пересчете на килограмм массы тела;

Определение индивидуальных значений порога анаэробного обмена (AT) проводили с использованием трех наиболее распространенных методик (Wasserman K., 1973) [34]:

- «Перекрестный» метод
- Метод V-Slope
- Метод вентиляторных эквивалентов

Также, в нагрузочном тесте осуществлялась регистрация АД. При этом, в качестве цифр диастолического АД в нагрузочном тесте (в отличие от состояния покоя, когда диастолическому АД соответствует полное исчезновению тонов – 5-ая фаза тонов Короткова) были взяты значения аускультативных тонов 4-й фазы, соответствующие их затуханию. Данный факт объясняется частым наблюдением

у атлетов «феномена бесконечного тона» после физических нагрузок на максимуме возможностей, когда тоны Короткова соответствующие 5-ой фазе, то есть полному отсутствию аускультативного сигнала, приравниваются к 0 мм рт. ст. [34].

Величины частоты сердечных сокращений и АД анализировались в покое, на высоте нагрузки и в восстановительном периоде – в течение 5 минут после прекращения нагрузки. В качестве учетных параметров брались результаты АД и частоты сердечных сокращений, измеренные сразу после окончания физической работы (1-я минута восстановления), а также в начале 3-й и 5-й минуты восстановительного периода [34].

5. **Суточное мониторирование артериального давления (СМАД)** проводили атлетам с наиболее высокими пиковыми значениям артериального давления на нагрузку с помощью аппарата BR-102 (Schiller, Швейцария). Атлету монитор крепился на пояс с подбором манжеты, соответственно окружности плеча атлета. Манжету старались размещать на плече неактивной руки. Монитор программировался на измерение АД с интервалом 20 минут днём и 30 мин ночью. Предварительно проводилось, т.н., контрольное измерение с инструктажем атлета и объяснением всех правил должного поведения во время ношения монитора. В период мониторирования атлетов отмечали в дневнике значимые события, в т.ч., уровень физической активности, время наступления сна и пробуждения, эпизоды изменённого самочувствия. СМАД проводилось на «чистом фоне», т.е., без приема каких-либо препаратов и биологически активных субстанций. Как правило, процедура СМАД начиналась в полдень (12.00 – 14.00), и заканчивалась, примерно, в схожее время следующих суток.

Для анализа брались следующие показатели СМАД:

1. Средние цифры среднесуточного, дневного и ночного систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД).
2. Средние значения пульсового артериального давления.

3. Вариабельность, дневного и ночного систолического и диастолического АД.
4. Индексы времени (ИВ) - процент времени, в течение которого значения САД и ДАД превышали верхние границы нормы.
5. Суточные индексы (СИ, %) для САД и ДАД по формуле:

СИ = (АДдень-АДночь)/АДдень

В зависимости от СИ ДАД, определялся характер ночного снижения АД:

- нормальное (dipper)– 10-20%;
- недостаточное (non-dipper) – 0 – 10%;
- ночная гипертензия (night-peaker)– менее 0;
- чрезмерное (over-dipper)– более 20%

Статистический анализ. При статистическом анализе результатов проведенных исследований использовался пакет компьютерных программ SPSS 22.0.

Все данные представлены в виде (M±σ), где M – величина среднего значения показателя, а σ – стандартное квадратичное отклонение средней величины.

Достоверность различий в случае сравнения двух групп исследуемых лиц устанавливалась с использованием непарного критерия t-Стьюдента. В случае множественных сравнений применялась методики однофакторного дисперсионного анализа.

Для установления достоверности полученных результатов использовался 5%-й уровень значимости, принятый в медицинских и биологических исследованиях. Для вычисления корреляции переменных с интервальной и количественной шкалами использовался коэффициент корреляции Пирсона (корреляция моментов произведений). Если, по меньшей мере, одна из двух переменных имела порядковую шкалу, либо не являлась нормально распределённой, применялась ранговая корреляция Спирмена.

Графики и таблицы построены в редакторах Word, Excel, SPSS

ГЛАВА III. ДАННЫЕ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВНИЙ

3.1 Оценка уровня артериального давления в спортивной и обычной популяции в динамике

Обзоры современных данных, касающихся артериального давления и синдрома артериальной гипертензии в спортивной популяции, отличаются от данных прошлых лет XX века.

Этот факт требует анализа текущей ситуации, и причин подобных расхождений.

Интересный факт, что ведущим методом не инвазивного контроля АД в покое, был и остается аускультативный метод Короткова, а конструкция современных тонометров принципиально не отличается от таковой приборов прошлых лет. Поэтому, разумным, сопоставимым и валидным было бы сравнение тенденций распределения АД в популяции атлетов за период середины XX века и в наше время - начало XXI века.

Следует сказать, что согласно текущим рекомендациям по артериальной гипертензии, в качестве целевого уровня, рекомендуются, независимо от возраста и степени риска, значения АД <140/90 мм рт. ст., а в идеале - 130/80 мм рт. ст. или ниже, что обусловлено имеющимися доказательствами более низкого риска сердечно-сосудистых осложнений при данных цифрах АД [21]

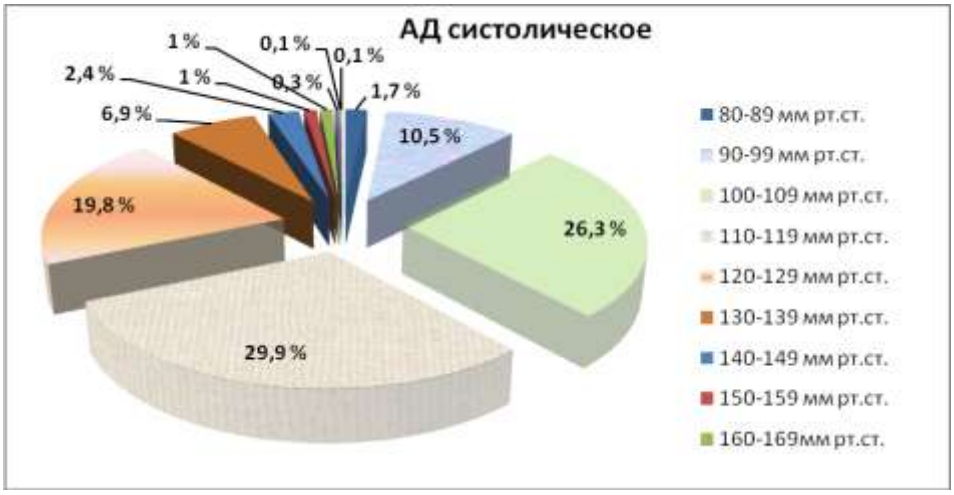


Рис.3.1.1 Распределение систолического АД в популяции атлетов по данным Летунова с соавт. 1968 г. [27]

Визуально картина распределения систолического АД у атлетов выглядит схожим образом в популяциях 1962 и 2018 годов, с тем лишь отличием, что максимальный сегмент (соответствует максимальному проценту), соответствует диапазону САД 110-119 мм рт.ст. у С.П. Летунова, и 120-129 мм рт.ст. у современных атлетов.

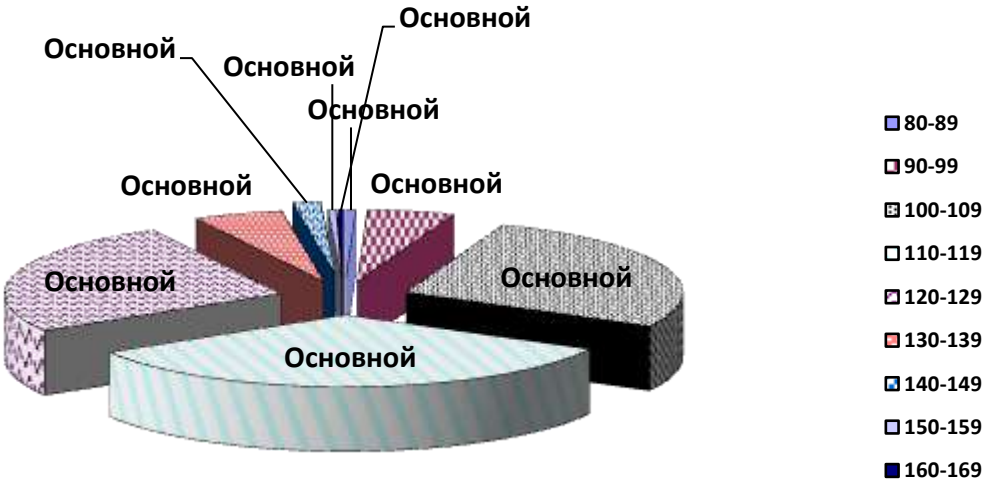


Рис. 3.1.2 Распределение систолического АД в популяции атлетов по нашим данным 2018 г.

Как видно из построенных диаграмм, современное распределение атлетов по уровню систолического АД схоже на современный период с предыдущими десятилетиями.

Логичным представляется более прицельное сопоставление полученных результатов в цифрах. Если условно вычленить из анализа группу атлетов с высоким нормальным САД (выше 130 мм рт.ст.), и соответствующим, по современным представлениям, различным уровням артериальной гипертензии (выше 140 мм рт.ст.), которое нетипично для атлетов, и составляет 7,7% в популяции 1968 года и 11,8 % в популяции 2018 года, то, объединив нормотензивных и гипотензивных лиц, мы можем сравнить их соотношение в прошлом и настоящем. Как видно из табл.3.1.1, наблюдается тенденция к снижению процента гипотензивных пациентов и рост нормотензивных пациентов в настоящее время, тогда как в 1962 году преобладали пациенты с гипотензией.

Табл. 3.1.1 Сравнительный анализ данных систолического АД в популяции атлетов: начало XXI века и середина XX века*

АД, сист., мм рт.ст.	Наше время, 2018 г.		Летунов С.П.,1968 г. %	Укрупнение сравнений		Интерпретация
	Абс. кол-во	%		2018 год, %	1962 год %	
80-89	4	0,5	1,7	32,8 Ниже	38,5 Выше	Гипотензия
90-99	36	5,1	10,5			
100-109	190	27,2	26,3			
110-119	234	33,4	29,9	59,5 Выше	49,7 Ниже	Нормотензия
120-129	183	26,1	19,8			
130-139	36	5,2	6,9	7,7	11,8	Высокое АД – Гипертензия
140-149	11	1,6	2,4			
150-159	4	0,6	1,5			
160-169	2	0,3	1,0			

Примечание: * $p<0,05$ по методу однофакторного дисперсионного анализа для множественных сравнений

Не менее интересным представляется сопоставление диастолического артериального давления (ДАД) в популяции атлетов прошлого и настоящего. Действительно, ДАД зависит, в первую очередь, от сосудистого сопротивления, которое у тренированных атлетов ниже, за счет более развитого микрососудистого русла.

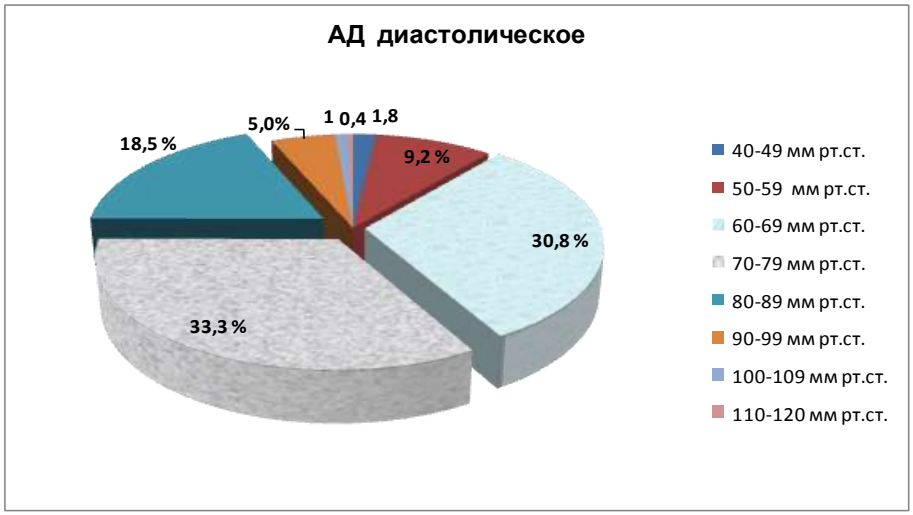


Рис.3.1.3 Распределение диастолического АД в популяции атлетов по данным Летунова с соавт., 1968 г.

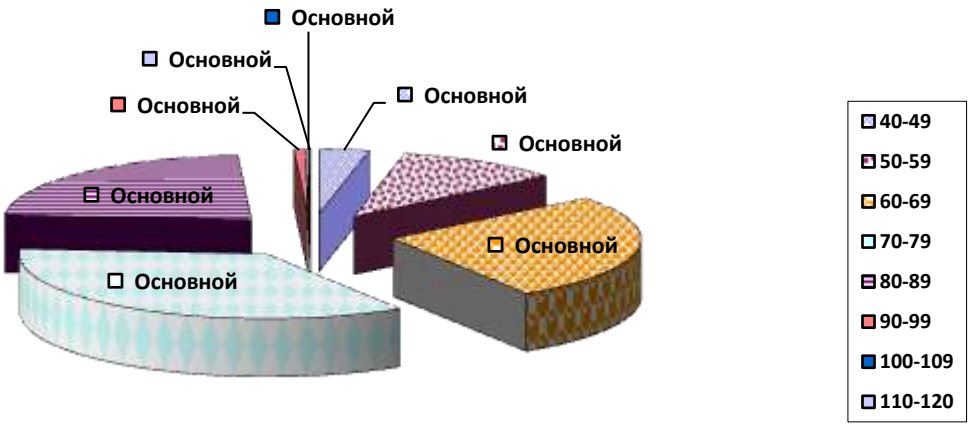


Рис. 3.1.4 Распределение диастолического АД в популяции атлетов по нашим данным 2018 г.

Как видно из представленных диаграмм, наиболее часто и полвека назад, и в настоящее время, у атлетов регистрируется уровень ДАД в диапазоне 70-79 мм рт.ст. – он, составляет, примерно, третью часть от всей частоты регистрируемого ДАД различных диапазонов, на втором месте – диапазон 60-69 мм рт.ст, регистрируемый с несколько меньшей частотой, и на третьем месте – диапазон 80-89 мм рт.ст., регистрируемый, примерно, у пятой части атлетов.

При прицельном сопоставлении результатов ДАД, удалении из анализа нетипичных крайних значений ниже 50 мм рт.ст. (выраженная гипотензия) и выше 90 мм рт.ст. (гипертензия различной выраженности), мы видим, что нормотоничных атлетов в настоящее время регистрируется больше, а атлетов с диастолической гипотензией – меньше, чем в 1960-е годы.

Табл. 3.1.2 Сравнительный анализ данных диастолического АД в популяции атлетов сегодня и полвека тому назад*

АД, диаст., мм рт.ст.	Наше время		Летунов, %	Укрупнение сравнений		Интерпретация
	Абс. кол.	%	%	2018 год, %	1964 год %	
40-49	23	3,3	1,8	3,3	1,8	Выраженная гипотензия
50-59	76	10,8	9,2	37,7 Меньше	40,0 Больше	Гипотония
60-69	188	26,9	30,8			
70-79	247	35,3	33,3	58,5 Больше	51,8 Меньше	Нормотония
80-89	160	22,9	18,5			
90-99	5	0,7	5,0	0,8	5,5	Гипертензия
100-109	1	0,1	1,0			
110-120	-	0	0,4			

Примечание: * $p<0,05$ по методу однофакторного дисперсионного анализа для множественных сравнений

Данные современных мета-анализов, сопоставляющих популяцию около 1960-х годов с современной, в отношении средних значений АД, говорят о том,

что цифры систолического АД были в то время, в среднем, на 2,85 мм рт. ст. ниже, а значения диастолического АД на 3,30 мм рт. ст. выше.

Сопоставления нами популяции современных атлетов со схожими данными полувековой давности, выявили стойкое, хотя и относительно невысокое возрастание средних значений АД – систолического на 3,50 мм рт.ст., и диастолического на 2,74 мм рт.ст.

В целом, мы видим достоверную динамику в отношении повышения средних цифр САД и ДАД как в общей популяции, так и у атлетов, с тенденцией к снижению в общей популяции и наклонностью к росту у спортсменов.

Табл. 3.1.3 Сравнительный анализ АД в популяции атлетов и физически неактивных лиц РФ, в прошлом и настоящем [8]

Популяции РФ	Общая популяция (возраст до 45 лет)		Популяция атлетов	
	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.
До 1980 г.	118,35±13,7	78,65±10,15	110,32±12,02	65,04±9,32
2010-ые г.г.	121,1±12,8 *	75,35±9,50*	113,82±12,76**	67,78±10,94*

Примечание: * $p<0,05$; ** $p<0,01$ сопоставление показателей 1980 г. (верхняя строка) с показателями начала 2000-х (нижняя строка) для парных сравнений

3.2 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у атлетов различными нагрузками

Ввиду невозможности детально проанализировать все виды спорта в отношении предрасположенности к артериальной гипертензии, в частности, ввиду малого количества лиц в отдельных спортивных дисциплинах, присутствующих в выборке, наиболее разумным представляется анализ групп схожих видов спорта, согласно имеющимся классификациям, и анализ отдельных наиболее популярных видов спорта с большим количеством участников.

3.2.1 Предрасположенность к артериальной гипертензии у атлетов с педагогических позиций (классификация Фарфель В.С.,1963)

Сравнительный анализ исследуемой рандомизированной выборки атлетов традиционно начинается со сравнения антропометрических данных. Действительно, именно этот фактор зачастую вносит основной вклад в достижения атлетов в ряде видов спорта, а также может представлять интерес в отношении физиологии и патологии, в частности, поведения АД в покое и при физических нагрузках [1,32].

Табл. 3.2.1.1 Антропометрические параметры для видов спорта по классификации Фарфеля В.С.

Параметры групп видов спорта по Фарфелю В.С.		Масса тела, кг	Рост, см	Площадь поверхности тела, м²
Циклические	M (n=116)	73,35±10,73	180,04±6,94†	1,92±0,16
	F (n=62)	60,02±6,96	168,92±6,19	1,69±0,12
Скоростно-силовые	M (n=55)	80,58±15,65†††	177,65±7,15	1,98±0,20††
	F (n=29)	65,34±13,23‡‡‡	166,97±7,79	1,73±0,19‡‡
Игровые	M (n=128)	70,84±11,69	179,59±6,94	1,89±0,17
	F (n=21)	61,00±7,38	168,00±8,37	1,69±0,14
Единоборства	M (n=126)	73,37±14,37	174,79±7,47†	1,88±0,20
	F (n=34)	59,35±8,20	165,68±8,37	1,65±0,14
Сложно-координационные	M(n=17)	69,35±9,62†††	178,29±6,88	1,86±,01††
	F n=26)	55,69±7,31‡‡‡	167,00±6,57	1,62±0,13‡‡

Примечания. 1. Во всех случаях (рост, вес, площадь) у представителей одной группы видов спорта отмечалась высокая достоверность гендерных различий ($p<0,001$) (не выделялась особыми отметками)

2. † - достоверность различий параметра у мужчин с наиболее расходящимися величинами, в случае парных сравнений (предварительно установлена достоверность множественных различий при сопоставлении всех групп спорта методом дисперсионного анализа);

‡ - достоверность различий параметра у женщин с наиболее расходящимися величинами, в случае парных сравнений (предварительно установлена достоверность множественных различий при сопоставлении всех групп спорта методом дисперсионного анализа);

†, или ‡ - $p<0,05$; ††, или ‡‡ - $p<0,01$; †††, или ‡‡‡ - $p<0,001$

Очевидными и статистически значимыми являются различия по всем антропометрическим параметрам между атлетами мужского и женского полов ($p<0,001$). Так, в среднем, в одной и той же группе спортивных дисциплин, мужчины имеют массу тела большую, чем атлетки женского пола на величину от 9,84 кг (игровые виды спорта) до 15,24 кг (силовые виды спорта). Длина тела (рост) у представителей мужского пола выше на величину от 9,11 см (единоборства) до 11,59 см (игровые виды спорта). Площадь поверхности тела у мужчин больше на уровень от 0,20 м² (игровые виды спорта) до 0,25 м² (сложно-координационные виды спорта).

Имеются достоверные различия антропометрических параметров между видами спорта, как в категории мужчин, так и в категории женщин. Так, наибольшая масса тела у атлетов-мужчин характерна для скоростно-силовых видов спорта - 80,58±15,65 кг. а наименьшая – для сложно-координационных видов спорта 69,35±9,62 ($p<0,01$); у женщин также наибольшая масса тела наблюдается у скоростно-силовых видов спорта - 65,34±13,23 кг, а наименьшая – у сложно-координационных видов спорта 55,69±7,31 ($p<0,01$). Рост наибольший у представителей циклических видов спорта, как у мужчин (180,04±6,94 см), так и у женщин (168,92±6,19 см), а наименьший – у представителей единоборств, как мужского пола (174,79±7,47 см), так и у женского (165,68±8,37 см), с достоверной разницей у мужчин ($p<0,01$). Площадь поверхности тела у представителей мужского пола наивысшая в скоростно-силовых видах спорта (1,92±0,16 см²), а наименьшая – в сложно-координационных (1,86±,01 см²), с высокой достоверностью различий ($p<0,01$). У женщин наивысшая площадь поверхности тела наблюдается в скоростно-силовых видах спорта (1,73±0,19 см²), а наименьшая – в сложно-координационных (1,62±0,13 см²), с высокой достоверностью различий ($p<0,01$).

Табл.3.2.1.2 Коэффициент корреляции антропометрических параметров атлетов и уровней артериального давления покоя и пикового артериального давления в тесте

Параметры	**Рост**	**Масса тела**	**Площадь поверхности тела**
САД	0,322**	0, 297**	0,322**
ДАД	0,275**	0, 346**	0,340**
САД пик.	0,402**	0,363**	0,294**
ДАД пик	0,177*	0,220**	0,225**

Сокращения:

САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление

Примечания:

*корреляция значима на уровне 0,05 (двухсторонняя); ** корреляция значима на уровне 0,01 (двухсторонняя).

Как видно, из полученных данных, имеется достоверная корреляция антропометрических параметров и уровней АД в покое и при нагрузке, выраженная от слабой до средней.

Рост в наибольшей степени коррелирует с САД, причем, более сильная корреляция наблюдается с пиковым САД в нагрузочном тесте.

Масса тела больше коррелирует с ДАД, причем, более сильная корреляция наблюдается с ДАД в покое.

Табл. 3.2.1.3 Артериальное давление для видов спорта по классификации Фарфеля В.С.

Farfel Виды спорта – пол		САД покой	ДАД покой	W peak/kg abs, Вт/кг‡‡	САД peak, †††; ‡‡	ДАД peak
Циклические	M (n=116)	116,54±12,82	69,03±10,66	3,49± 0,56	174,25±29,22	70,33±17,02
	F (n=62)	112,92±16,02*	69,94±15,47	3,23± 0,60*	165,00±19,52*	72,58±15,80
Скоростно-Силовые	M (n=55)	112,64±9,30	70,87±7,66	3,15 ±3,45	161,18±28,176	72,95±14,16
	F (n=29)	108,55±12,94	64,72±9,60*	2,61± 0,49**	149,17±24,48**	77,76±14,98
Игровые	M (n=128)	117,87±12,41	68,28±10,14	3,31± 0,60	173,44±27,96	68,15±14,28
	F (n=21)	114,48±10,62	60,76±13,97*	2,63±0,45***	156,90±22,20***	63,29±10,28
Единоборства	M (n=126)	114,40±11,96	68,01±9,41	2,98± 0,61	163,79±25,59	71,21±15,60
	F (n=34)	109,41±11,41*	62,76±10,59*	2,88±0,44	150,21±19,64**	68,59±15,87
Сложно-Координационные	M (n=17)	118,00±13,61	74,24±7,60	2,95±0,54	173,41±24,60	71,71±13,92
	F (n=26)	111,15±12,85*	66,00±8,54**	2,78±0,50	150,15±12,38***	71,23±12,48

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; W peak/kg – пиковая мощность нагрузки в пересчет на килограмм массы тела. Достоверность гендерных различий* p<0,05;** p<0,01;***p<0,001 Примечания. 1. * - достоверность гендерных различий у атлетов одной группы видов спорта *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001 2. † - достоверность межгрупповых различий в группе у мужчин (однофакторный дисперсионный анализ); ‡ - достоверность межгрупповых различий в группе у женщин (однофакторный дисперсионный анализ); †, или ‡ - p<0,05 ; ††, или ‡‡ - p<0,01; †††, или ‡‡‡ - p<0,001

Что касается сравнительного анализа АД в покое у мужского и женского полов, то здесь статистически значимыми являются различия между уровнем систолического АД у разнополых атлетов в циклических, сложно-координационных видах спорта и в единоборствах ($p<0,05$). Амплитуда межполовых различий систолического АД в округлённом варианте составляет 4-7 мм рт.ст.

Статистически незначимы различия между уровнем диастолического АД покоя у разнополых атлетов в циклических видах спорта ($p > 0,05$). Во всех остальных видах спортивных дисциплин, уровень диастолического АД достоверно выше у мужчин. Амплитуда межполовых различий диастолического АД в округлённом варианте составляет 5-8 мм рт.ст.

Межполовые различия в уровне выполняемой пиковой мощности нагрузки в тесте есть во всех видах спорта, - выполняемая нагрузка везде выше у мужчин. Однако, различия в единоборствах и сложно-координационных видах спорта не достигают уровня достоверности. Достоверными являются гендерные различия в отношении пиковой мощности у циклических видов спорта ($p<0,05$), скоростно-силовых видах спорта ($p<0,01$), и у представителей игровых дисциплин ($p<0,001$). Амплитуда межполовых различий пиковой мощности составляет 0,26-0,68 Вт/кг.

Пиковое систолическое АД в тесте во всех группах атлетов, выше у мужчин. Диапазон различий в округленном варианте составляет 9- 23 мм рт.ст. ($p<0,05$). Наибольшая достоверность различий между мужчинами и женщинами наблюдается в сложно-координационных и игровых видах спорта, наименьшая – в циклических видах спорта ($p<0,001$).

Пиковое диастолическое давление не имеет достоверности межполовых различий, и не всегда является более высоким у атлетов-мужчин. Наибольшие различия между группами видов спорта у мужчин, наблюдаются в отношении пикового САД, наиболее высокого у циклических видов спорта.

Наибольшие различия между группами видов спорта у женщин, наблюдаются в отношении пикового САД, также наиболее высокого у циклических видов спорта.

Этот факт может быть связан со способностью представителей циклических видов спорта выполнить большую нагрузку на выносливость на спортивном снаряде, что является для них более привычным. У представителей женского пола, это различие являлось более значимым.

Так как, очевидно, что уровень САД растет при любых типах нагрузки, и зависит от ее величины, то нами решено использовать производный показатель – уровень пикового систолического артериального давления в пересчете на единицу относительной мощности нагрузки, при которой оно зарегистрировано (САДpeak/Вт/кг). Этот показатель обозначен нами как «реактивность САД».

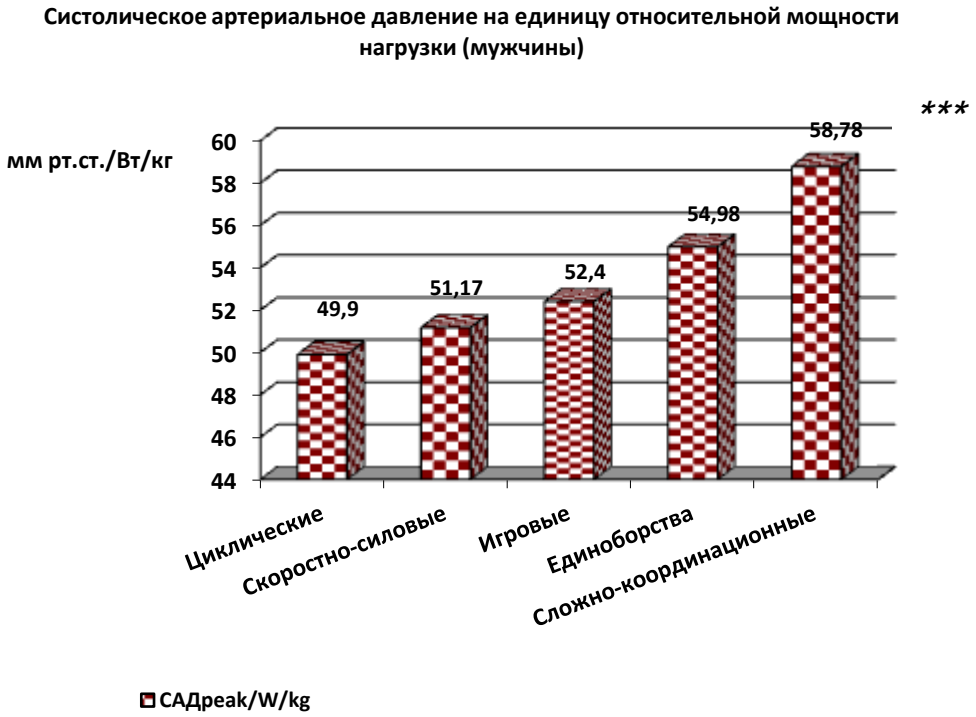


Рис. 3.2.1.1 Пиковое систолическое артериальное давление по отношению к относительной мощности нагрузки, при которой оно зарегистрировано – мм рт.ст./Вт/kg («реактивность САД»)

Примечание. ***p<0,001 в множественных сравнениях

Как видно из рис. 3.2.1.1, у атлетов-мужчин, наибольший уровень САД в отношении амплитуды относительной физической нагрузки, наблюдается в сложно-координационных видах спорта, а наименьший – у представителей циклических видов спорта.

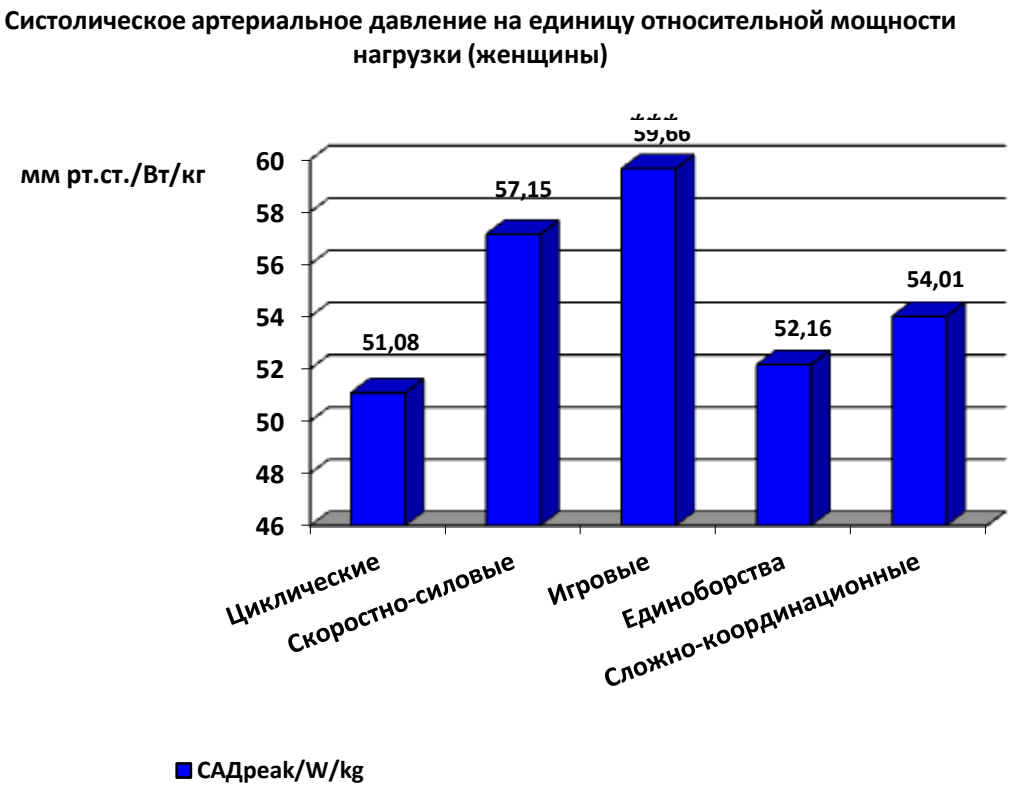


Рис. 3.2.1.2 Пиковое систолическое артериальное давление по отношению к относительной мощности нагрузки, при которой оно зарегистрировано - мм рт.ст./Вт/kg («реактивность САД»)

Примечание. ***p<0,001 в множественных сравнениях

Как следует из рис. 3.2.1.1, у атлетов-женщин, в отличие от представителей мужского пола, наибольший уровень САД в отношении амплитуды относительной физической нагрузки наблюдается в игровых, а не в сложно-координационных видах спорта, тогда как в отношении наименьшего значения этого показателя мы можем видеть одинаковую тенденцию – он также регистрируется у представителей циклических видов спорта.

Табл. 3.2.1.4 Восстановление по диастолическому артериальному давлению для видов спорта по классификации Фарфеля В.С.

Farfel Виды спорта – пол		Диастолическое артериальное давление восстановления (ДАД, мм рт.ст.)		
		1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Циклические	M (n=116)	68,23±17,09	61,82±13,52	62,95±12,37
	F (n=62)	70,21±16,107	64,61±13,115	62,60±11,285
Скоростно-силовые	M (n=55)	70,62±14,22	62,09±14,21	61,40±12,64
	F (n=29)	75,45±15,41	64,79±17,549	60,45±12,336
Игровые	M (n=128)	65,59±14,54	59,03±10,82	58,40±10,60
	F (n=21)	61,29±10,48	58,71±9,97	57,71±9,37
Единоборства	M (n=126)	67,79±15,34	58,87±11,64	57,61±10,30
	F (n=34)	65,91±16,539	60,03±13,730	58,09±14,164
Сложно-координационные	M (n=17)	69,47±14,12	59,82±12,98	60,81±12,96
	F (n=26)	68,08±12,940	63,15±12,022	59,96±10,322

Восстановление по ДАД не имело достоверно различающихся значений, ни между полами, ни между группами видов спорта. Подобное явление было характерно как для первой, так и третьей и пятой минут восстановления.

Табл. 3.2.1.5 Восстановление по систолическому артериальному давлению для видов спорта по классификации Фарфеля В.С.

Виды дисциплин по Farfel		Систолическое артериальное давление восстановления (САД, мм рт.ст.)		
		1-ая минута†††; ‡‡	3-ая минута††; ‡‡‡	5-ая минута †; ‡‡‡
Циклические	M (n=116)	172,12±30,15	155,93±24,69	142,05±23,01
	F (n=62)	162,39±19,76*	151,40±16,99	139,08±18,44
Скоростно-Силовые	M (n=55)	158,62±28,53	146,38±21,34	135,00±18,56
	F (n=29)	146,31±24,68**	132,83±19,55**	120,10±15,24**
Игровые	M (n=128)	171,44±29,12	153,93±24,00	140,77±19,95
	F (n=21)	154,95±22,72***	146,71±15,60*	131,90±14,35*
Единоборства	M (n=126)	159,40±25,97	147,29±23,30	136,15±20,67
	F (n=34)	146,76±19,988**	139,91±18,37*	127,50±16,98*
Сложно-Координационные	M (n=17)	171,24±24,98	141,06±21,83	132,00±19,05
	F (n=26)	146,46±13,103***	140,27±14,10	129,60±13,52

Примечания. 1. * - достоверность гендерных различий у атлетов одной группы видов спорта *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

2. † - достоверность межгрупповых различий в группе у мужчин (однофакторный дисперсионный анализ); ‡ - достоверность межгрупповых различий в группе у женщин (однофакторный дисперсионный анализ); †, или ‡ - p<0,05 ; ††, или ‡‡ - p<0,01; †††, или ‡‡‡ - p<0,001

Табл. 3.2.1.6 Показатели гипертрофии миокарда для видов спорта по классификации Фарфеля В.С. (по данным эхокардиографии)

Farfel Виды спорта - пол		Масса миокарда, г	Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу (IVSd)	Толщина задней стенки ого желудочка в диастолу (PWLVdiast)	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в систолу (OTCc)	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (OTCd)
Циклические	M (n=116)	242,04 ±55,93	9,70± 1,02	8,96 ±1,18	0,38± 0,048	0,54 ±,07
	F (n=62)	167,45± 29,41	8,68± 0,51	8,02± 0,13	0,35± 0,05	0,53± 0,07
Скоростно-Силовые	M (n=55)	218,04 ± 44,35	9,36± 0,62	8,42± 0,53	0,35± 0,05	0,52± 0,06
	F (n=29)	171,26 ±46,19	8,76 ±0,83	8,24 ±0,79	0,36 ±0,05	0,54 ±0,06
Игровые	M (n=128)	216,46± 47,33	9,27± 0,95	8,48± 0,81	0,36 ±0,05	0,52 ±0,07
	F (n=21)	155,80± 27,55	8,38± 0,50	8,00 ±0,01	0,34 ±0,04	0,54 ±0,07
Единобор-Ства	M (n=126)	218,19± 56,40	9,49± 1,09	8,63 ±0,98	0,35 0,048	0,52 ±0,07
	F (n=34)	157,30± 32,65	8,53±0,507	8,01± 0,01	0,33± 0,04	0,51±0,07
Сложно-Координационные	M (n=17)	208,55 ±43,97	9,29± 0,92	8,53±1,07	0,37±0,05	0,54±0,09
	F (n=26)	142,67± 24,67	8,42±0,50	8,02±0,01	0,35±0,04	0,53±0,07

Восстановление по САД обнаруживало следующие закономерности (табл.3.4) – а) атлеты женского пола имели, в большинстве случаев, более быструю динамику снижения цифр САД; б) наиболее медленно восстанавливались значения САД у представителей циклических и игровых видов спорта.

Следует отметить, что быстрее восстанавливались по САД группы атлетов- а) имевших изначально более высокие цифры пикового АД в тесте; б) выполнявшие наибольшую пиковую мощность работы.

Действительно, для циклических и игровых видов спорта ступенчато нарастающая работа на выносливость является наиболее привычной.

3.2.2 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у атлетов с физиологических позиций (классификация Mitchell J.H.,1994)

Классификация Mitchell J.H., изначально созданная для более точного учета степени перегрузки кровообращения атлета в данном виде спорта сопротивлением и объемом, оказалась, на самом деле, более сложной для применения, а выгоды от ее практического внедрения неочевидными.

Это заставляет в настоящее время лидеров мировой спортивной кардиологии (Antonio Pelliccia, Stefano Caselli и др.) использовать упрощенный вариант градации с наличием четырех (а не девяти, как в классификации Mitchell J.H.) групп видов спорта.[104]

Тем не менее, имеющиеся рекомендации, в том числе и действующие Российские рекомендации 2011 г., продолжают ее использовать, что заставляет провести хотя бы краткий анализ в данном аспекте.

Одним из самых сложных является процесс распределения видов спорта в данной классификации, некоторые из которых изначально не вошли в нее и введены в девятипанельную систему по аналогии. Данный процесс отображен в таблице 3.2.2.1

Таблица. 3.2.2.1 Практическая кодировка атлетов для классификации Mitchell J.H.

Вид спорта	N	Статика (I min, III max)	Динамика (I min, III max)	Итоговый код
Самбо	0	2	1	21
Дзю-до	1	2	1	21
Гребля	2	3	3	33
Плавание	3	2	3	23
Рэгби	4	2	2	22
Гандбол	5	3	4	23
Тяжелая атлетика	6	3	1	31
Лёгкая атлетика	7	2	3	23
Хоккей на траве	8	2	3	23
Лыжные гонки	9	1	3	13
Хоккей с шайбой	10	2	3	23
Футбол	11	1	3	13
Синхронное плавание	12	2	2	22
Велоспорт	13	3	3	33
Баскетбол	14	2	2	22
Греко-римская борьба	15	3	1	31
Водное поло	16	3	3	33
Биатлон	17	1	3	13
Тхэквондо	18	2	1	21
Стендовая стрельба	19	1	1	11
Спортивное ориентирование	20	2	3	32
Парусный спорт	21	3	1	31
Пляжный волейбол	22	2	2	22
Прыжки на батуте	23	2	1	21
Скалолазание	24	3	1	31
Кёрлинг	25	1	1	11
Спортивная акробатика	26	3	1	31
Рок-н-ролл	27	3	1	31
Каратэ	28	2	1	21
Горные лыжи	29	3	3	33
Фристайл	30	3	2	32
Бокс	31	3	3	3
Настольный теннис	32	1	3	13
Киокусинкай	33	2	1	21
Ак.гребля	34	3	3	33
Сноуборд	35	3	2	32
Пулевая стрельба	36	1	1	11
Коньки	37	3	3	33
Кикбоксинг	38	3	3	33

Как следует из табл.3.2.2.2, некоторые виды комбинаций нагрузок, предполагаемые классификацией Mitchell J.H., являются нечастыми, и выборку не попали виды спорта групп IB и III B; достаточно редкими являются представители женского пола в группах IA и IIIA.

Табл. 3.2.2.2 Антропометрические параметры для видов спорта по классификации Mitchell J.H.

Статический компонент	Высокий уровень (>50% MVC) III	Мужчины (n=22) Масса=79,45±18,22 кг Рост = 176,09±8,76 см S= 1,95±0,24 м²	-	Мужчины (n=49) Масса = 77,61±14,57 кг Рост = 179,63±7,50 см S= 1,96±0,21 м²
		Женщины(n=6) *Масса=67,33±14,15 кг* *Рост = 168,83±6,31 см* *S= 1,77±0,18 м²*	-	*Женщины (n=13)* *Масса = 62,23±7,27 кг* *Рост = 167,08±4,54 см* *S= 1,70±0,11 м²*
	Средний уровень (20-50% MVC) II	Мужчины (n=115) Масса = 74,03±14,28 кг Рост = 174,75±7,58 см S= 1,88±0,30 м²	Мужчины(n=43) Масса= 80,74±14,91 кг Рост = 181,44±7,53 см S= 2,01±0,18 м²	Мужчины (n=81) Масса = 71,35±9,66 кг Рост = 180,31±7,05 см S= 1,90±0,16 м²
		Женщины (n=37) *Масса = 59,24±8,14 кг* *Рост = 165,76±8,19 см* *S= 1,65±0,14 м²*	*Женщины (n=42)* *Масса= 60,83±12,97 кг* *Рост = 166,83±7,53 см* *S= 1,67±0,18 м²*	*Женщины (n=39)* *Масса= 60,83±12,97 кг* *Рост = 166,83±7,53 см* *S= 1,67±0,18 м²*
	Низкий уровень (<20% MVC) I	Мужчины (n=12) Масса= 70,17 ± 11,11 кг Рост =178,75±4,99 см S= 1,61±0,11 м²	-	Мужчины (n=118) Масса = 61,36±7,93 кг Рост = 170,85±6,43 см S= 1,71±0,12 м²
		Женщины (n=6) *Масса = 56,00 ± 6,98 кг* *Рост =165,75±6,94 см* *S= 1,87±0,14 м²*	-	*Женщины (n=32)* *Масса = 58,78±5,63 кг* *Рост =166,75 ±5,05 см* *S= 1,66±0,09 м²*
		A Низкий уровень (<40% VO2 max)	B Средний уровень (40-70% VO2 max)	C Высокий уровень (>70% VO2 max)
Динамический компонент				

Примечания. Межгрупповые сравнения антропометрических данных у мужчин и межгрупповые сравнения антропометрических данных у женщин методом однофакторного дисперсионного анализа, не выявили достоверности отличий.

Табл. 3.2.2.3 Артериальное давление для видов спорта по классификации Mitchell J. H. (мужчины)

Статический компонент	Высокий уровень (>50% MVC) III, мужчины	n,человек	n=22		n=49
		САД покой, мм рт.ст.	115,68±10,77		116,65±11,83
		АДd покой, мм рт.ст.	72,86±7,74		68,92±12,93
		W peak/kg, Вт/кг	2,66±0,39		3,21±0,54
		САД peak, мм рт.ст.	166,27±25,54		167,65±32,09
		ДАД peak, мм рт.ст	67,18±12,81		70,38±15,68
	Средний уровень (20-50% MVC) II	n,человек	n=115	n=43	n=81
		САД покой, мм рт.ст.	114,04±11,94	110,35±7,90	119,81±16,26
		ДАД покой, мм рт.ст.	68,35±9,17	69,53±7,22	66,59±11,31
		W peak/kg, Вт/кг	2,97±0,62	3,37±3,89	3,51±0,59
		САД peak, мм рт.ст.	164,53±24,49	163,50±30,83	172,60±29,27
		ДАД peak, мм рт.ст	70,98±15,54	74,67±14,73	69,83±14,72
	Низкий уровень (<20% MVC) I	n,человек	n=12		n=118
		САД покой, мм рт.ст.	118,42±10,32		116,44±10,02
		ДАД покой, мм рт.ст.	75,00±6,72		70,41±8,40
		W peak/kg, Вт/кг	2,78±0,42		3,41±0,58
		САД peak, мм рт.ст.	180,08±23,11		173,55±27,14
		ДАД peak, мм рт.ст	74,67±15,25		69,02±16,17
			A Низкий уровень (<40% VO2 max)	B Средний уровень (40-70% VO2 max)	C Высокий уровень (>70% VO2 max)
Динамический компонент					

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление;W peak/kg – пиковая мощность нагрузки в пересчет на килограмм массы тела; VO2 max – максимальное потребление кислорода. Примечания. Межгрупповые сравнения данных САД и ДАД в покое и пиковых их значений у мужчин, а также показателя пиковой мощности выполненного теста, не выявили достоверности отличий.

Как видно из результатов табл. 3.2.2.2, не было отмечено достоверности различий антропометрических параметров в группах мужчин и женщин в группах видов спорта по классификации Mitchell J. H. Логичным представляется следующий этап - сопоставление данных САД и ДАД в покое и пиковых их значений в тесте в группах видов спорта по классификации Mitchell J. H. (табл. 3.2.2.3 и табл. 3.2.2.4).

Как видно из табл. 3.2.2.3, у атлетов мужского пола, сравнительный анализ показателей в ней представленных, не показал достоверности отличий.

В силу сложности одновременного совмещения в одной таблице показателей АД и пиковой мощности тестовой нагрузки у представителей обеих полов атлетов одновременно данные по атлетам женского пола вынесены в табл. 3.2.2.4

Как видно из табл. 3.2.2.4 у атлетов женского пола, как и ранее у мужского, сравнительный анализ представленных показателей не представил достоверности различий.

В силу малой информативности анализа по классификационной системе Mitchell J.H. дальнейший анализ был сосредоточен на других, предположительно, более информативных аспектах.

Табл. 3.2.2.4 Артериальное давление для видов спорта по классификации Mitchel J.H. (женщины)

Статический компонент	Высокий уровень (>50% MVC) III, мужчины	n,человек	n=6		n=13
		САД покой, мм рт.ст.	109,17±18,005		115,92±14,23
		ДАД покой, мм рт.ст.	67,83±8,256		70,54±7,16
		W peak/kg, Вт/кг	2,42±0,59		3,22±0,39
		САД peak, мм рт.ст.	158,83±27,41		171,77±21,54
		ДАД peak, мм рт.ст	75,50±13,52		78,77±16,72
	Средний уровень (20-50% MVC) II	n,человек	n=37	n=42	n=39
		САД покой, мм рт.ст.	108,65±11,48	110,26±12,06	116,05±16,28
		ДАД покой, мм рт.ст.	62,95±10,36	65,00±9,14	65,10±20,54
		W peak/kg, Вт/кг	2,84±0,45	2,71±0,46	2,74±0,49
		САД peak, мм рт.ст.	149,41±19,21	149,83±20,77	161,77±23,18
		ДАД peak, мм рт.ст	69,68±15,65	73,24±14,99	65,08±13,26
	Низкий уровень (<20% MVC) I	n,человек	n=6		n=31
		САД покой, мм рт.ст.	107,50±12,58		110,00±12,10
		ДАД покой, мм рт.ст.	70,00±8,165		69,03±9,54
		W peak/kg, Вт/кг	2,47±0,12		3,39±0,64
		САД peak, мм рт.ст.	148,00±13,34		163,55±19,07
		ДАД peak, мм рт.ст	78,25±11,87		72,68±15,45
			A Низкий уровень (<40% VO2 max)	B Средний уровень (40-70% VO2 max)	C Высокий уровень (>70% VO2 max)
Динамический компонент					

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление;W peak/kg – пиковая мощность нагрузки в пересчет на килограмм массы тела; VO2 max – максимальное потребление кислорода.Примечания. Межгрупповые сравнения данных САД и ДАД в покое и пиковых их значений у женщин, а также показателя пиковой мощности выполненного теста, не показали достоверности отличий.

3.2.3 Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии с позиций Европейской классификации 2017 г. (Antonio Pelliccia с соавт.)

В настоящее время для анализа и, в частности показателей АД у атлетов, стала использоваться упрощенная Европейская классификация видов спорта.

Табл. 3.2.3.1 Распределение атлетов в исследовании по классификации Pelliccia A., 2017 г.

№	Classification of Pelliccia A. 1 – Skill; 2- Power; 3- Mixed; 4- Endurance	Вид спорта	Пол	
			Муж	Жен
0	2	Самбо	72	37
1	2	Дзюдо	30	12
2	4	Гребля на байдарках и каноэ	20	14
3	4	Плавание	34	11
4	3	Регби	30	26
5	3	Гандбол	-	15
6	2	Тяжелая атлетика	7	2
7	4	Легкая атлетика	8	10
8	3	Хоккей на траве	2	-
9	4	Лыжные гонки	16	10
10	3	Хоккей с шайбой	34	3
11	3	Футбол	63	4
12	1 (условно)	Синхронное плавание	-	13
13	4	Велоспорт	14	2
14	3	Баскетбол	11	-
15	2	Греко римская борьба	14	-
16	3	Водное поло	10	1
17	4	Биатлон	18	11
18	2	Тхэквондо	14	9
19	1	Стендовая стрельба	10	3
20	4	Спортивное ориентирование	7	3
21	1	Парусный спорт	1	2
22	3	Пляжный волейбол	-	1
23	1 (усл)	Прыжки на батуте	-	3
24	2 (усл.)	Скалолазание	1	-
25	1	Керлинг	1	1
26	2 (усл.)	Спортивная акробатика	-	1
27	3 (усл)	Рок-н-ролл	-	1
28	2	Каратэ	2	-
29	2	Горные лыжи	-	1
30	2	Фристайл	2	-
31	2	Бокс	10	-
32	3	Настольный теннис	3	-
33	2	Каратэ киокусинкай	-	33
34	4	Академическая гребля	1	-
35	2	Сноуборд	-	1
36	1	Пулевая стрельба	1	-
37	4	Коньки	1	-
38		Кикбоксинг	1	-

Несмотря на множество недостатков и значительное упрощение подхода, ее популярность и уровень работ, в которых она представлена, заставила нас распределить и проанализировать данные АД по этой схеме (табл.3.2.3.1)

Как и в случае анализа уровня АД атлетов по классификации Mitchell J.H., анализ в группах мужчин и женщин разнесен по разным таблицам, - соответственно, табл. 3.2.3.2 и табл. 3.2.3.3

Табл. 3.2.3.2. Артериальное давление для видов спорта по Pelliccia A., 2017 г. (мужчины)

	Покой			Пик			
	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд./мин	W peak/kg abs, Вт/кг	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд./мин
Skills	116,31±11,50	74,38±7,27***	70,13±10,53	2,80±0,46	177,31±25,40***	77,13±14,65**	169,88±12,60*
Power	113,71±11,98	64,97±12,09	68,67±9,49	2,92±0,58	164,46±26,01	70,54±15,27	159,35±16,77
Mixed	116,32±12,25	65,75±10,80	67,89±10,38	3,35±1,98	168,33±28,94	69,23±14,67	168,32±13,97
Endurance	116,43±13,35	60,60±11,03	69,74±9,18	3,48±0,59***	176,74±28,68	71,18±16,41	165,91±16,00

САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; W peak/kg – пиковая мощность нагрузки в пересчет на килограмм массы тела.
Примечания. Достоверность межгрупповых различий в группе у мужчин (однофакторный дисперсионный анализ); * p<0,05 ; ** p<0,01; *** p<0,001*** p<0,001 – значения указаны для наиболее различающийся в сторону больших показателей группы.

При отсутствии достоверных различий в покое по САД и ДАД обращает на себя внимание достоверно более высокий показатель САД у атлетов, тренирующих «навыки» (skills).

Отличия этой группы атлетов по параметрам гемодинамики становятся более очевидными в нагрузочном тесте, где наблюдаются более высокие значения пикового САД, ДАД и ЧСС. При этом уровень выполненной пиковой нагрузки в

пересчете на килограмм массы тела у представителей мужчин этой группы спортивных дисциплин ниже, чем у атлетов в других видах спорта.

Табл. 3.2.3.3 Артериальное давление для видов спорта по Pelliccia A., 2018 г. (женщины)

	Покой			Пик			
	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд./мин	W peak/kg abs, Вт/кг	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд./мин
Skills	111,90± 12,72	66,25± 8,10	65,25± 9,08	2,76±0,49	148,95±13,18	71,60±13,37	163,90±15,12
Power	111,33± 12,04	64,18± 1,16	65,79± 12,89	2,81±0,48	151,00±17,58	70,85±16,06	160,85±15,27
Mixed	110,33± 11,13	62,76± 11,42	67,90± 12,61	2,62±0,45	153,10±23,00	70,88±14,79	165,76±11,35
Endurance	113,15± 11,03	70,10± 15,40	65,95± 14,57	3,24±0,59 ***	164,65±19,58 ***	72,56±15,67	171,14±13,38 ***

САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; W peak/kg – пиковая мощность нагрузки в пересчет на килограмм массы тела.
Примечания. Достоверность межгрупповых различий в группе у мужчин (однофакторный дисперсионный анализ);*** $p<0,001$ – значения указаны для наиболее различающийся в сторону бОльших показателей группы.

Интересным представляется сопоставление по введенному нами показателю «реактивности САД» у атлетов-мужчин и атлетов-женщин (соответственно, рис. 3.2.3.1 и рис. 3.2.3.2).

Как видно из рис. 3.2.3.1 у атлетов-мужчин наибольший уровень САД в отношении амплитуды относительной физической нагрузки, как и в классификации Фарфеля В.С. наблюдается в сложно-координационных видах спорта, а наименьший – у представителей циклических видов спорта.

На рис. 3.2.3.2 видно, что у атлетов-женщин, как и при анализе по классификации Фарфеля В.С., наибольший уровень САД в отношении амплитуды относительной физической нагрузки наблюдается в игровых видах спорта, тогда

как в отношении наименьшего значения этого показателя он регистрируется у спортсменок циклических видов спорта.

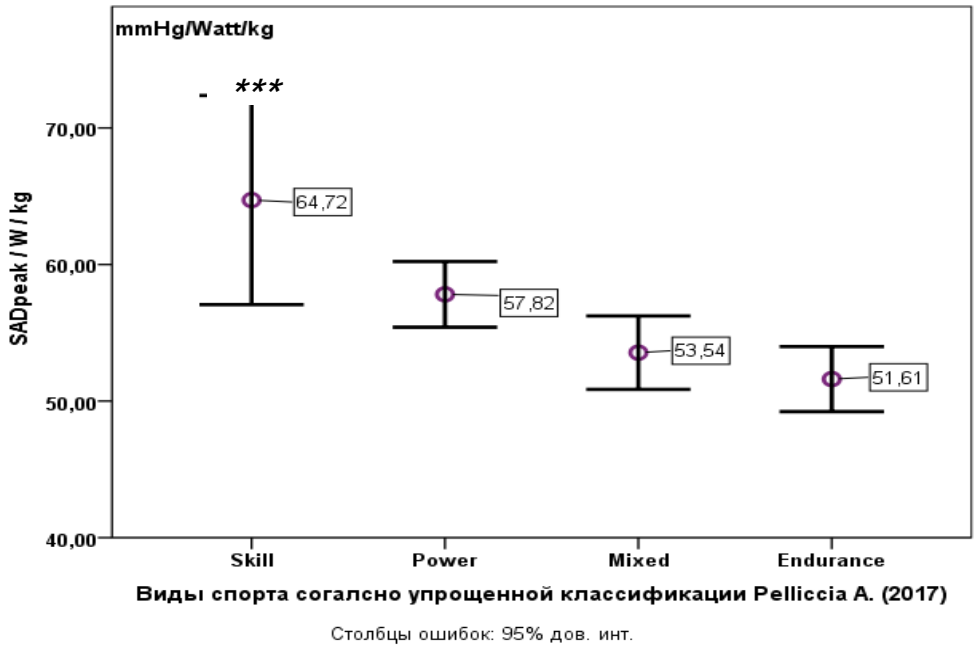


Рис. 3.2.3.1 Пиковое систолическое артериальное давление относительно выполненной пиковой работы (SAD peak/W/kg, mm Hg/Watt/kg – «реактивность САД») в группах спорта по Antonio Pelliccia (2017) у атлетов-мужчин
Примечание. ***p<0,001 в множественных сравнениях

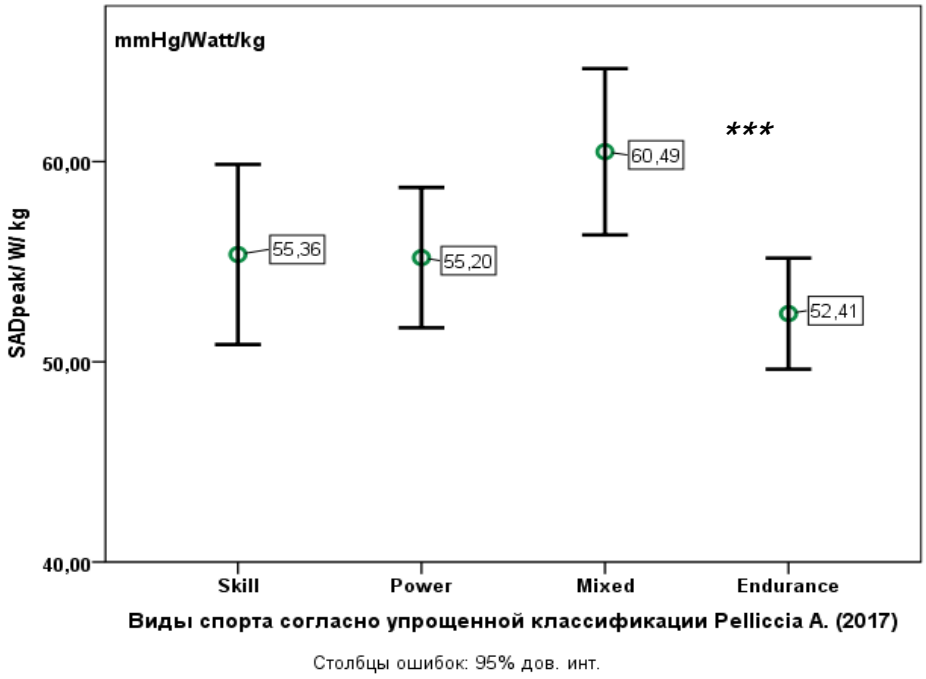


Рис. 3.2.3.2 Пиковое систолическое артериальное давление относительно выполненной пиковой работы (SAD peak/W/kg, mm Hg/Watt/kg – «реактивность САД») в группах спорта по Antonio Pelliccia (2017) у атлетов-женщин . Примечание. ***p<0,001 в множественных сравнениях

3.2.4. Изучение предрасположенности к артериальной гипертензии у атлетов в отдельных видах спорта

Несмотря на все аспекты, выгоду и необходимость классификаций видов спорта, каждая спортивная дисциплина уникальна, и, если редкие виды спорта сложны для сопоставимого набора лиц для сравнительного анализа, то данные атлетов наиболее распространенных видов спорта доступны для сопоставления.

В таблице 3.2.4.1 представлено количество атлетов мужского и женского пола разных видов спорта, из которых анализировались те дисциплины, где количество участников было больше или равно, как минимум, семи человекам.

Как мы видим из табл.3.2.4.2, самые низкие цифры САД и ДАД наблюдаются у атлетов-биатлонистов обоих полов; других явно видимых закономерностей не отмечено.

Пиковое САД у мужчин в нагрузочном тесте было наиболее высоким у представителей баскетбола, а у женщин – у атлеток в гребле на байдарках и каноэ (табл.3.2.4.3)

Пиковое ДАД в нагрузочном тесте как у мужчин, так и у женщин, имело наиболее высокие значения у гребцов (табл.3.2.4.3)

Таблица.3.2.4.1 Классификация и количество атлетов выборки в различных видах спорта

№	Вид спорта	Пол	
		Муж	Жен
0	Самбо	72	37
1	Дзюдо	30	12
2	Гребля на байдарках и каноэ	20	14
3	Плавание	34	11
4	Регби	30	26
5	Гандбол	-	15
6	Тяжелая атлетика	7	2
7	Легкая атлетика	8	10
8	Хоккей на траве	2	-
9	Лыжные гонки	16	10
10	Хоккей с шайбой	34	3
11	Футбол	63	4
12	Синхронное плавание	-	13
13	Велоспорт	14	2
14	Баскетбол	11	-
15	Греко римская борьба	14	-
16	Водное поло	10	1
17	Биатлон	18	11
18	Тхэквондо	14	9
19	Стендовая стрельба	10	3
20	Спортивное ориентирование	7	3
21	Парусный спорт	1	2
22	Пляжный волейбол	-	1
23	Прыжки на батуте	-	3
24	Скалолазание	1	-
25	Керлинг	1	1
26	Спортивная акробатика	-	1
27	Рок-н-ролл	-	1
28	Каратэ	2	-
29	Горные лыжи	-	1
30	Фристайл	2	-
31	Бокс	10	-
32	Настольный теннис	3	-
33	Каратэ киокусинкай	-	3
34	Академическая гребля	1	-
35	Сноуборд	-	1
36	Пулевая стрельба	1	-
37	Коньки	1	-
38	Кикбоксинг	1	-

В табл. 3.2.4.2 проанализированы цифры САД и ДАД в покое у представителей мужского и женского полов различных видов спорта

Табл. 3.2.4.2 Артериальное давление в покое у различных видов спорта

Спорт	САД покой, мм рт.ст.		ДАД покой .мм рт.ст.	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Самбо	113,83±12,37 (n=30)	115,45±8,20 (n=11)	69,08±8,98	73,64±8,09
Дзю-до	114,53±12,58 (n=30)	109,25±12,71 (n=12)	66,70±9,90	56,42±9,23
Гребля на байдарках и каноэ	119,68±12,45 (n=22)	109,79±16,38 (n=14)	71,27±8,64	66,21±6,90
Плавание	122,93±14,27 (n=30)	118,73±23,88 (n=11)	67,80±11,16	72,91±32,67
Регби	109,66±8,86±7,87 (n=29)	108,26±10,63 (n=27)	68,79±7,87	64,63±9,34
Гандбол	--	116,40±10,43 (n=15)	-	60,27±15,34
Тяжелая атлетика	118,57±12,30 (n=7)	-	69,71±4,35	-
Легкая атлетика	-	113,73±14,56		65,36±9,47
Лыжные гонки	111,88±6,55 (n=16)	111,50±13,34 (n=10)	69,25±8,27	76,00±6,99
Хоккей с шайбой	116,09±16,79 (n=35)	-	65,97±10,69	-
Футбол	118,69±10,68 (n=45)	110,75±8,38 (n=14)	68,09±8,73	58,00±8,29
Синхронное плавание	-	115,23±13,21 (n=13)	-	65,00±8,68
Велоспорт	113,64±6,74 (n=11)	-	70,00±17,89	-
Баскетбол	111,50±5,80 (n=10)		70,50±6,00	
Классическая борьба	116,79±6,68 (n=14)		76,07±6,84	-
Водное поло	121,00±6,15 (n=10)	-	78,00±4,25	-
Биатлон	107,50 ±9,31 (n=18)	106,11±10,81 (n=11)	70,83±7,12	68,36±8,57
Тхэквондо	110,28 ±11,72 (n=14)	107,73±11,67 (n=10)	65,00±6,79	63,33±8,29
Стендовая стрельба	116,50±5,80 (n=10)	113,33±5,77 (n=10)	76,00±5,16	73,33±5,777

Примечание. Группы с самыми высокими цифрами АД в данном сегменте отмечены жирным шрифтом, *а с самым нижним АД – курсивом.*

Табл. 3.2.4.3 Пиковое АД в нагрузочном тесте у различных видов спорта

Спорт	САД пик, мм рт.ст.		ДАД пик .мм рт.ст.	
	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
Самбо	166,74±24,23 (n=65)	156,73±20,62 (n=11)	71,38±15,72	75,91±12,60
Дзю-до	161,07±29,20 (n=30)	*147,83 ±11,79 (n=12)*	68,83±15,70	*56,92±10,22*
Гребля на байдарках и каноэ	167,18±28,25 (n=22)	171,86±18,55 (n=14)	82,68±21,85	80,71±16,49
Плавание	176,07±33,27 (n=30)	164,18 ±20,63 (n=11)	68,70±14,92	66,00±13,30
Регби	*155,21±29,61 (n=29)*	149,41±24,61 (n=27)	77,38±14,26	76,93±15,59
Гандбол	--	160,80±19,30 (n=15)	-	62,20±11,58
Тяжелая атлетика	177,86 ± 19,26 (n=7)	-	63,29±11,77	
Легкая атлетика	*185,71±27,84 (n=7)*	160,00±18,01 (n=11)	*64,00±13,15*	70,45±14,58
Лыжные гонки	176,06±24,38 (n=16)	170,80±20,99 (n=10)	67,19±14,41	79,30±13,557
Хоккей с шайбой	168,91± 27,11 (n=35)	-	70,97±15,11	
Футбол	175,38± 26,77 (n=45)	157,50±22,75 (n=14)	65,24±15,03	68,50±5,75
Синхронное плавание	-	150,08 ± 12,43 (n=13)		66,46±12,28
Велоспорт	171,00± 30,29 (n=11)	-	65,18±7,24	
Баскетбол	189,88 ± 26,30 (n=10)		69,25±16,37	
Греко-римская борьба	161,93 ±29,40 (n=14)	-	69,29±13,19	
Водное поло	162,60± 35,52 (n=10)	-	68,70±10,64	
Биатлон	178,17± 27,26 (n=18)	160,00 ± 17,85 (n=11)	*63,72±14,93*	64,91±14,42
Тхэквондо	160,29 ± 18,22 (n=14)	152,78±21,41 (n=10)	75,00±18,14	79,22±13,89
Стендовая стрельба	175,70 ± 20,42 (n=10)	152,00± 13,08 (n=10)	77,40±14,71	78,00±14,53

Учитывая, что на уровень пикового АД в тесте накладывает влияние мощность выполненной физической нагрузки, имеющая прямую взаимосвязь с САД, для нивелирования ее влияния на сравнительный анализ представляется разумным применить сопоставление по параметру «реактивности САД» (табл. 3.2.4.4)

Табл. 3.2.4.4 «Реактивность» систолического артериального давления (САД) в нагрузочном тесте у мужчин различных видов спорта

Спорт	САД пик/ W/kg (мм рт.ст./Ватт/кг)	
	Мужчины***	Женщины †††
Самбо	58,17±14,21	57,21±12,54
Дзю-до	54,76±15,33	53,59±10,44
Гребля на байдарках и каноэ	55,98±12,56	53,11±9,57
Плавание	53,27±12,38	56,35±9,46
Регби	58,16±22,45	58,99±15,95
Гандбол	-	64,58±13,73
Тяжелая атлетика	71,33±10,02	-
Легкая атлетика	57,44±13,88	59,17±15,33
Лыжные гонки	46,64±8,07	44,53±8,33
Хоккей с шайбой	49,22±12,21	
Футбол	55,43±13,13	55,86±14,45
Синхронное плавание	-	54,32±9,70
Велоспорт	51,35±11,00	-
Баскетбол	67,27±22,48	-
Греко-римская борьба	62,62±14,35	-
Водное поло	51,10±17,29	-
Биатлон	46,47±11,80	51,17±8,46
Тхэквондо	50,26±11,30	54,27±8,96
Стендовая стрельба	64,280±13,47	61,86±7,59

Примечание. ***p<0,001 в множественных сравнениях для мужчин;††† p<0,001 в множественных сравнениях для женщин

Если графически расположить все виды спорта по показателю реактивности САД, то станут очевидными наибольшие значения этого показателя для мужчин в тяжелой атлетике, баскетболе, стендовой стрельбе, наименьшие – в биатлоне и лыжных гонках (рис. 3.2.4.1)

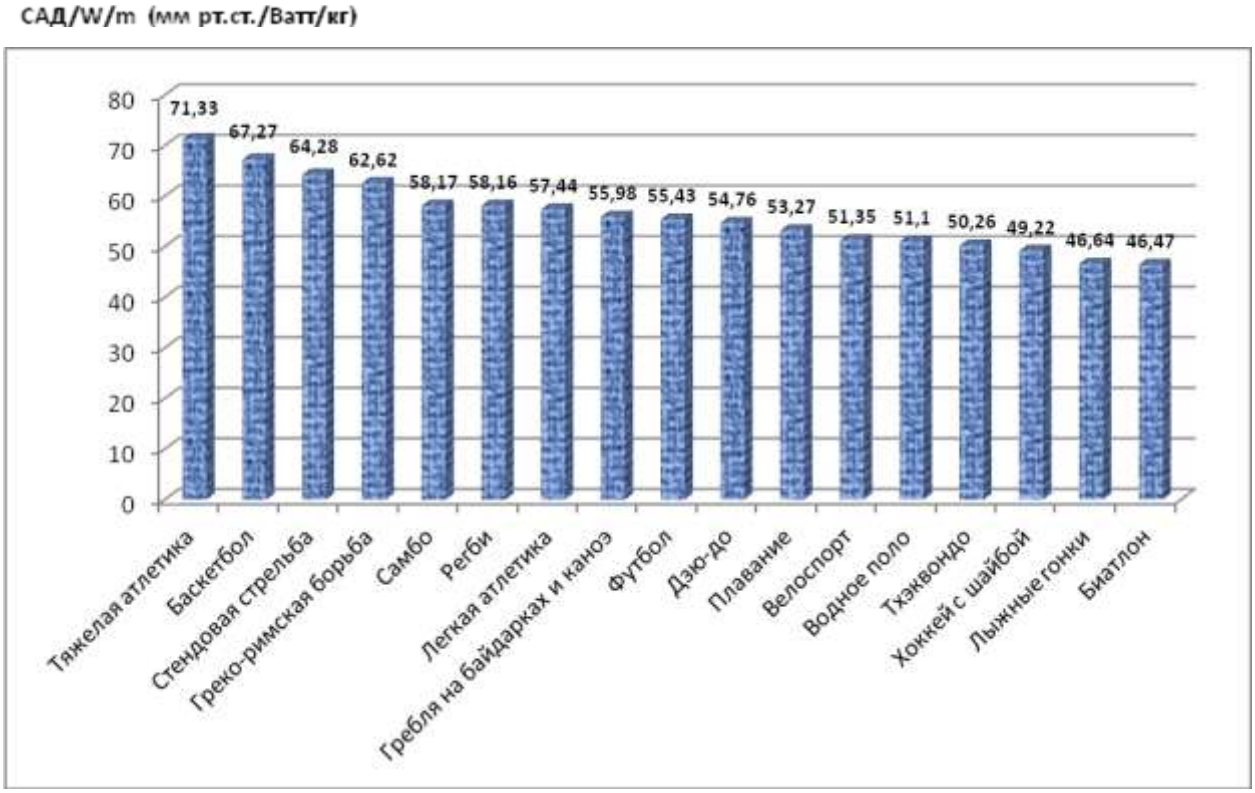


Рис. 3.2.4.1 «Реактивность» систолического артериального давления (САД) в нагрузочном тесте у мужчин в различных видов спорта

У представительниц женского пола на первом месте по показателю реактивности САД оказывается гандбол; остальные тенденции сохраняются схожими с представителями мужского пола –высокий показатель реактивности САД регистрируется у тяжелоатлетов и атлетов в стендовой стрельбе. Наиболее низкие значения реактивности САД регистрируются, как и у мужчин, в лыжных гонках и биатлоне

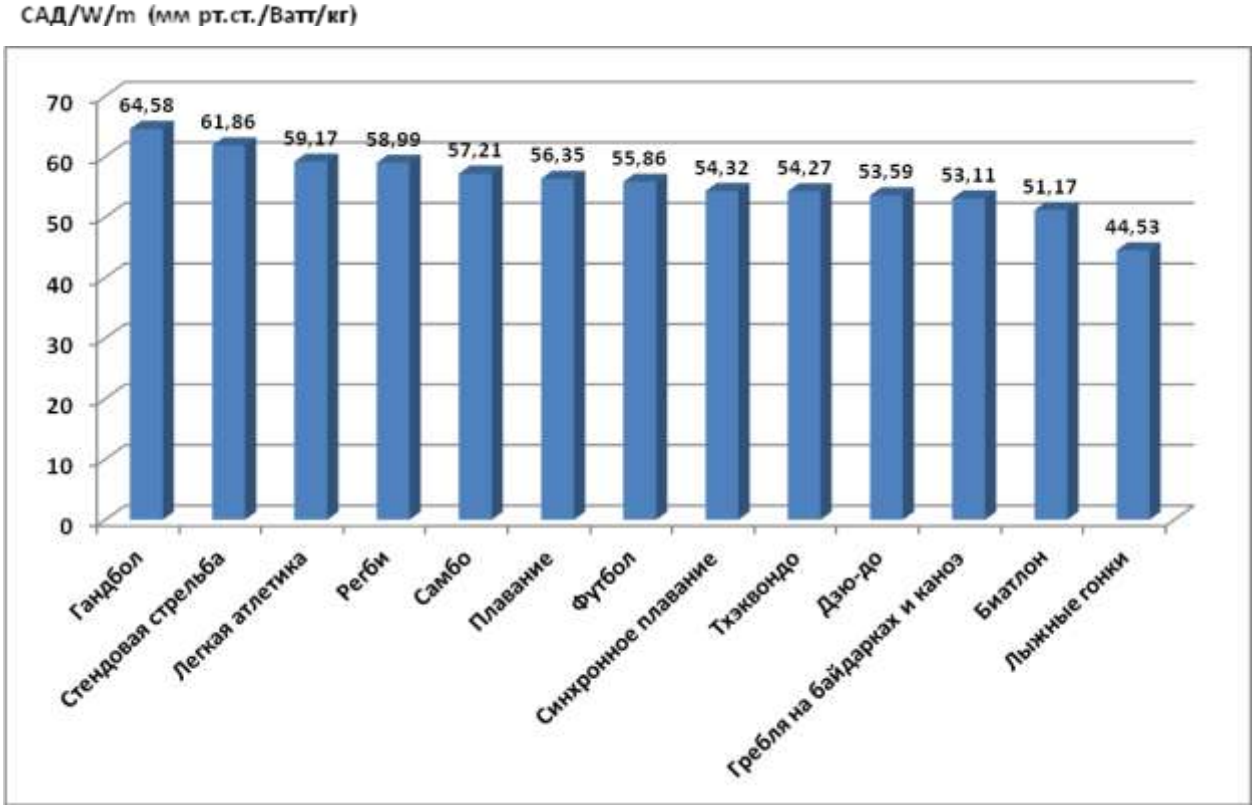


Рис. 3.2.4.2. «Реактивность» систолического артериального давления (САД) в нагрузочном тесте у женщин в различных видов спорта.

3.3. Клинико-функциональные особенности атлетов с высоким пиковым систолическим артериальным давлением

Были отобрана группа атлетов с пиковым систолическим АД в нагрузочном тесте выше 200 мм. рт.ст. Таких атлетов оказалось 75 человек, что составило 10,7% от всей группы обследованных атлетов.

Как видно из табл. 3.3.1, атлеты с большими антропометрическими параметрами достигали более высоких цифр АД.

Табл. 3.3.1 Сопоставление антропометрических параметров у атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением с остальной группой атлетов

Группы атлетов	Рост, см	Масса тела, кг	Площадь поверхности тела (S), м²
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	180,43±6,47	76,39±13,83	1,95±0,17
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	174,01±8,89*	68,58±13,27**	1,82±0,20***

Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Как видно из табл. 3.3.2, атлеты, достигавшие более высоких значений пикового АД в тесте, а, именно, более 200 мм рт.ст., имели в покое достоверно большие значения САД, тогда как уровни ДАД в покое у сравниваемых групп достоверно не различались.

Вполне объясним тот факт, что атлеты с большей пиковой относительной мощностью нагрузки имели более высокое пиковое АД в тесте.

Табл. 3.3.2. Сопоставление показателей АД в покое и пиковой мощности атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	АДs покой, мм рт.ст.	АДd покой, мм рт.ст	W peak/kg Вт/кг
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	122,36±13,18	68,85±10,90	3,28±0,68
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	113,49±12,40*	68,08±10,68	3,11±1,18**

Сокращения: АДs; САД – систолическое артериальное давление; АДd; ДАД – диастолическое артериальное давление; Wpeak/kg – относительная пиковая мощность в тесте;

Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Восстановление по САД в период восстановления было достоверно выше у атлетов, чьи пиковые его значения в тесте достигали выше 200 мм рт.ст.

Табл. 3.3.3 Сопоставление показателей систолического АД в восстановительном периоде атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	Систолическое артериальное давление восстановления		
	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст	210,69±11,17	174,81±18,48	154,28±18,60
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	157,37±23,20***	145,71±21,07***	134,09±22,15**

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Различия в скорости восстановления по ДАД у атлетов сравниваемых групп значимо не различались (табл. 3.3.4).

Табл. 3.3.4 Сопоставление показателей диастолического АД в восстановительном периоде атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	Диастолическое артериальное давление восстановления		
	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст	68,61±15,78	58,76±12,37	58,47±11,45
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	68,10±15,49	61,23±12,78	60,23±11,70

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление

Табл. 3.3.5 Сопоставление показателей частоты сердечных сокращений восстановительного периода, атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	Частота сердечных сокращений покоя и восстановления (ЧСС, уд./мин)			
	ЧСС покоя	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	62,37±11,71	150,51±23,51	110,05±17,91	97,27±15,95
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	65,12±11,97	153,29±21,42	109,52±19,05	97,78±16,96

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление

Скорость восстановления по ЧСС у атлетов с высоким пиковым САД и с пиковым САД<200 мм рт.ст. также, как и восстановление по ДАД, значимых различий между группами не имела (табл. 3.3.5)

У атлетов имевших наиболее высокие цифры пикового САД была достоверно выше масса миокарда. Толщина задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки у этих атлетов были также более выражены, в сравнении с группой лиц с пиковым САД<200 мм рт.ст. в тесте. Как следствие, у атлетов с относительно низким пиковым АД был более выражен эксцентрический тип ремоделирования, что отражает показатель ОТСс. (табл. 3.3.6.).

Табл.3.3.6. Сопоставление показателей массы и толщины стенок миокарда, атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	Масса миокарда, г (критерии гипертрофии - ММ 223 г для мужчин и ММ 163 г для женщин)	Толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (PWLV diast)	Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в систолу (OTCc)	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (OTCd)
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	241,06± 58,41	8,96±1,25	9,76±1,26	0,54±0,05	0,38±0,05
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	200,62± 53,94 ***	8,40±0,79***	9,12±0,90***	0,53±0,07	0,35± 0,05**

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление

Примечание.** - p<0,01; *** - p<0,001

При достижении сопоставимой пиковой ЧСС, однако, у группы с более высоким пиковым САД регистрируются более высокие показатели аэробной работоспособности, а именно, пиковое потребление кислорода, пиковые значения ударного и минутного объёмов сердца. (табл. 3.3.7.)

Табл. 3.3.7. Сопоставление пиковых показателей теста атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	VO2peak, мл/мин/кг	HRpeak, уд/мин	[O2/HR] peak, мл	SVpeak, мл	MOC peak, л/мин
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	40,36±9,06	166,09± 16,25	18,26± 3,43	20,43± 14,07	124,82± 27,79
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	34,92± 8,61***	164,84± 15,43	14,67± 4,36***	14,65± 4,34***	98,87± 29,36**

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; VO2peak – пиковое потребление кислорода в тесте; [O2/HR] – пиковый кислородный пульс нагрузки в тесте; SVpeak – расчетный пиковый ударный объем сердца в тесте; MOC - расчетный пиковый минутный объем сердца в тест. **Примечание.** *** - p<0,001

Табл. 3.3.8. Сопоставление показателей аэробной эффективности (порог анаэробного обмена) атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов

Группы атлетов	VO2AT, мл/мин/кг	VE AT, мл/мин	HRAT, уд/мин	VO2AT, % от VO2 peak
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	33,68±8,17	67,99±17,76	152,15±15,14	83,44±12,10
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	29,66±8,01**	54,16±19,58***	154,19±13,86	84,94±8,31

Сокращения: VO2AT – потребление кислорода (VO2) на уровне порога анаэробного обмена (AT); VEAT легочная вентиляция (VE) на уровне анаэробного порога (AT);
HRAT - частота сердечных сокращений (HR) на уровне порога анаэробного обмена (AT);
VO2 peak – пиковое потребление кислорода **Примечание**.** - p<0,01; *** - p<0,001

Как следует из табл.3.3.9, патологические ЭКГ-изменения достоверно чаще регистрировались у группы атлетов с наиболее высоким пиковым АД. Это касается как более высокого процента выявления эктопических комплексов (экстрасистол), нарушений проводимости, так и изменений реполяризации, не являющихся типичными для атлетов.

Табл. 3.3.9 Сопоставление ЭКГ-изменений атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов †

Группы атлетов	Экстрасистолы	Нарушения проводимости	Изменения реполяризации (отрицательный Т в двух или более отведениях)
Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст.	10 (13,3%)	12 (16,0%)	18 (24,0%)
Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст.	2 (3,2%)***	4 (6,4%)***	6 (8,0%)***

Примечания: † учитывались изменения ЭКГ, не являющиеся привычными для атлетов согласно рекомендациям Sharma S. и Drezner D. (2015), за исключением экстрасистол, которые полностью нами учитывались . *** p<0,001

Для сопоставления показателей суточного мониторирования артериального давления (СМАД) были взяты все атлеты, чьё давление на пике нагрузки превышало 200 мм рт.ст., и рандомизированная группа атлетов в количестве 64 человек, которые не имели высоких цифр АД в нагрузочном тесте и которым также проводилась регистрация показателей суточного АД методом СМАД (табл. 3.3.10)

Табл. 3.3.10. Сопоставление данных суточного мониторирования артериального давления (СМАД) атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов с остальной группой атлетов (рандомизированная выборка n=139 человек)

Показатели	Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст. (n=64)	Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст. (n=75)
САД сут, мм рт ст	119,9 ±2,83	130,1 ±3,67***
ДАД сут, мм рт ст	71,4 ±2,52	72,9±2,59
САД день, мм рт ст	124,2 ±3,13	139,1± 3,24***
ДАД день, мм рт ст	71,1±2,64	73,3 ±2,92
ИВ САД день, %	15,4 ±3,46	39,1±3,54***
ИВ ДАД день, %	9,6 ±1,76	15,8 ±3,83**
Вар САД день, мм рт ст	10,2±1,81	14,1 ±2,71**
Вар ДАД день, мм ртст	9,6±2,26	113,7 ±2,65*
САД ночь, мм рт ст	111,2±2,45	125,2±4,50***
ДАД ночь, мм рт ст	62,0±2,10	68,1 ±3,91*
ИВ САД ночь, %	18,9 ±3,24	41,1±4,9***
ИВ ДАД ночь, %	9,7 ± 1,88	26,1±4,47***
Вар САД ночь, мм рт ст	10,4 ±1,86	11,9 ±1,96
Вар ДАД ночь, мм ртст	8,8±1,65	9,4±2,60
Пульсовое АД, мм рт ст	48,9±1,81	60,1 ±3,22***
СИ САД, %	15,9 ±2,44	12,4 ±3,32**
СИ ДАД, %	14,7 ±2,86	13,9 ±2,98

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ИВ САД – индекс времени для систолического артериального давления; ИВ ДАД – индекс времени для диастолического артериального давления; вар САД – вариабельность систолического артериального давления; вар ДАД – вариабельность диастолического артериального давления; СИ САД – суточный индекс систолического артериального давления; СИ ДАД – суточный индекс диастолического артериального давления.
Примечание. .** - p<0,05; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Как видно из таблицы 3.3.10, у группы атлетов с гипертонической реакцией на нагрузку, наблюдались достоверно более высокие значения:

- среднесуточных, среднедевных и средненочных значений систолического АД;

- средненочных значений ДАД;
- среднесуточных, среднедневных и средненочных значений индекса времени как систолического, так и диастолического АД;
- суточного индекса систолического АД

Достоверно различалось количество атлетов в обеих группах по соотношению атлетов с различным характером ночного снижения АД (табл. 3.3.11).

Табл. 3.6.11. Сопоставление характера ночного снижения артериального давления (АД) атлетов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой атлетов с остальной группой атлетов (рандомизированная выборка n=139 человек)

Характер снижения ночного АД	Пиковое САД в тесте <200 мм рт.ст. (n=64)	Пиковое САД в тесте ≥ 200 мм рт.ст. (n=75)***
Dippers	53 (82,7%)*	37 (49,34%)
Over-dippers	0	4 (5,33%)
Non-dippers	10 (15,6%)	30 (40,0%)
Night-peakers	1 (1,7%)*	4 (5,33%)

Сокращения:
Dippers – лица с нормальным ночным снижением артериального давления (10-20%);
Non-dippers – лица с недостаточным ночным снижением артериального давления (менее 10%);
Over-dippers - лица с чрезмерным ночным снижением артериального давления (менее 10%);
Night-peakers – лица, у которых ночное артериальное давление превышает дневное
Примечание. *** - p<0,001

Несмотря на то, что в группе атлетов с гипертонической реакцией на АД, также, как и у атлетов группы сравнения, превалировали лица с нормальным ночным снижением АД (т.н., «дипперы»), в первой группе атлетов наблюдалось большее количество индивидуумов с недостаточным снижением АД в ночное время (т.н., «нон-дипперы») и имеющих как повышенное АД ночью (т.н., «найт-пикеры»), так и его избыточное снижение в ночное время (т.н., «овер-дипперы»).

3.4. Клинико-функциональные особенности атлетов с гипертензивным ремоделированием миокарда.

В настоящее время принято различать нормальную и увеличенную массу миокарда, т.е., гипертрофию, для которой существуют как абсолютные, так и относительные критерии, т.е. в сопоставлении с антропометрическими параметрами, наиболее распространенным из которых является индексирование к массе тела.

Кроме того, по соотношению полостей желудочков и толщины стенки, показателем которой является относительная толщина стенки – ОТС (англ. RWT - relative wall thickness), делается суждение о концентрическом (более выраженная толщина стенок) или эксцентрическом (более выраженный диаметр полостей желудочков) ремоделировании миокарда(рис.3.4.1)

Рис. 3.4.1 Критерии ремоделирования миокарда

Изначально, неблагоприятными изменениями признаётся увеличение толщины стенок, со снижением объёма полостей, и. как бы «замуровыванием» желудочков, т.к. ведет к таким последствиям как:

1) Нарушение кровоснабжения утолщённого миокарда, особенно, в случаях повышенной нагрузки на миокард;

2) Снижение максимального ударного объёма, и, соответственно, минутного объёма кровообращения при пиковых и максимальных нагрузках.

В силу этого, а также в силу небольшого количества случаев, концентрические изменения миокарда выделены в отдельную группу, и проведено их сопоставление с нормальным миокардом и эксцентрическим ремоделировнием суммарно.

Наибольшее количество атлетов имело нормальную геометрию миокарда (46,57%) и эксцентрическую гипертрофию миокарда (42,43%), характерную для физиологического спортивного сердца.

Концентрическое ремоделирование (4,57%) и концентрическая гипертрофия миокарда (6,43%), не типичные для большинства видов спорта и часто предполагающие патологическую трансформацию спортивного сердца, встречались в меньшем количестве случаев (табл. 3.4.1)

Табл. 3.4.1 Соотношение атлетов с гипертрофией – ремоделированием в исследовании

№	1	2	ИТОГО
1	Концентрическое ремоделирование 32	Концентрическая гипертрофия 45	77
2	Нормальная геометрия- 326	Эксцентрическая гипертрофия - 297	623
ИТОГО	358	342	700

Атлеты с концентрическим ремоделированием и концентрической гипертрофией были более старшего возраста. Эта группа атлетов также достоверно отличалась более высокими значениями антропометрических параметров – рост, вес, площадь поверхности тела (табл.3.4.2).

Табл. 3.4.2 Сопоставление антропометрических параметров атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой

Группы атлетов	Возраст, лет	Рост, см	Масса тела, кг	Площадь поверхности тела (S), м²
Концентрическое ремоделирование	20,52±7,57	177,26±7,86	73,07±14,64	1,89±0,20
Без концентрического ремоделирования	18,36±3,90*	174,43±8,96*	69,03±13,37*	1,83±0,20**

Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01;

Пиковая мощность выполненной работы у атлетов с концентрической трансформацией миокарда была сопоставима с другими атлетами. Цифры ДАД в покое существенно не различались между группами.

В тоже время, у атлетов, имевших концентрическое ремоделирование, отмечались значимо более высокие цифры САД в покое (табл.3.4.3).

Табл. 3.4.3 Сопоставление показателей АД в покое и пиковой мощности атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой

Группы атлетов	САД покой, мм рт.ст.	ДАД покой, мм рт.ст	W peak/kg Вт/кг
Концентрическое ремоделирование	119,00±14,38	69,03±10,02	3,13±0,62
Без концентрического ремоделирования	113,95±12,50***	68,07±10,78	3,13±1,19

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; Wpeak – пиковая мощность выполненной нагрузки.

Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Параметры восстановления по САД между группами с различным типом ремоделирования значимо не отличались (табл.3.4.4).

Табл. 3.4.4 Сопоставление показателей систолического АД в восстановительном периоде атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой

Группы атлетов	Систолическое артериальное давление восстановления		
	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Концентрическое ремоделирование	166,01±33,98	154,31±23,98	142,59±21,53
Без концентрического ремоделирования	162,96±27,01	148,31± 22,50	135,61±19,75

Параметры восстановления по ДАД, также как и по САД у атлетов с различным типом ремоделирования, существенных различий не имели (табл.3.4.4)

Табл. 3.4.5 Сопоставление показателей диастолического АД в восстановительном периоде атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой

Группы атлетов	Диастолическое артериальное давление восстановления		
	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Концентрическое ремоделирование	68,34±15,82	61,69±13,64	61,19±11,77
Без концентрического ремоделирования	68,14±15,47	60,87±12,65	59,90±11,67

Цифры ЧСС, зарегистрированные на ЭКГ покоя, также как и параметры ЧСС на различных промежутках восстановления, у атлетов с различным типом ремоделирования существенно не различались (табл.3.4.5)

Табл. 3.4.6 Сопоставление показателей частоты сердечных сокращений восстановительного периода атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой

Группы атлетов	Частота сердечных сокращений покоя и восстановления (ЧСС, уд./мин)			
	ЧСС покоя	1-ая минута	3-ая минута	5-ая минута
Концентрическое ремоделирование	62,26±11,68	151,24±22,22	106,87±18,24	94,91±15,19
Без концентрического ремоделирования	65,11±11,97	153,18±21,60	109,89±18,98	98,05±17,00

Было бы логичным предположить влияние различных типов трансформации миокарда на показатели аэробной работоспособности. Однако, в нашем случае, несмотря на небольшую тенденцию к превалированию цифр аэробной работоспособности у атлетов с концентрическими изменениями, достоверности отличий между группами не отмечено (табл. 3.4.6).

Табл. 3.4.7 Сопоставление пиковых показателей теста атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой (эргоспирометрия)

Группы атлетов	VO2peak, мл/мин/кг	HRpeak, уд/мин	[O2/HR] peak, мл	SVpeak, мл	МОС peak, л/мин
Концентрическое ремоделирование	35,88± 8,50	161,81± 15,91	16,12± 4,30	109,49± 33,38	16,16± 4,27
Без концентрического ремоделирования	35,48± 8,86	164,95± 15,44	14,96± 4,42	100,90± 29,83	15,40± 7,22

Сокращения: VO2peak – пиковое потребление кислорода в тесте; HRpeak - пиковая частота сердечных сокращений в тесте; [O2/HR] – пиковый кислородный пульс нагрузки в тесте; SVpeak – расчетный пиковый ударный объем сердца в тесте; МОС - расчетный пиковый минутный объем сердца в тесте

Не отмечено существенных различий между группами атлетов с различным типом ремоделирования и по параметрам аэробной эффективности (табл. 3.4.8)

Табл. 3.4.8 Сопоставление показателей аэробной эффективности (порог анаэробного обмена) атлетов с концентрическим ремоделированием, с остальной группой

Группы атлетов	VO2AT, мл/мин/кг	VE AT, л/мин	HRAT, уд/мин	VO2, % от VO2 peak
Концентрическое ремоделирование	31,30±7,90	60,41±20,78	150,26±14,06	87,24±8,20
Без концентрического ремоделирования	30,03±8,15	55,36±19,72	154,34±13,98	84,64±8,51

Сокращения: VO2AT – потребление кислорода (VO2) на уровне порога анаэробного обмена (AT); VEAT легочная вентиляция (VE) на уровне анаэробного порога (AT); HRAT - частота сердечных сокращений (HR) на уровне порога анаэробного обмена (AT); VO2 peak – пиковое потребление кислорода

При ультразвуковом исследовании сердца в покое, тем не менее, в отличие от пиковых значений УО и МОК в тесте с газоанализом, наблюдаются достоверно более высокие значения этих показателей у атлетов без концентрических изменений, без существенных различий других, влияющих на эти показатели и производных величин, - диаметра восходящей аорты и фракции выброса (табл. 3.4.9)

Табл. 3.4.9 Сопоставление функциональных эхокардиографических параметров атлетов с концентрическим ремоделированием с остальной группой по данным эхокардиографии

Группы атлетов	SV eco, мл	МОС eco, мл	AO asc, мм	EF,%
Концентрическое ремоделирование	69,83±13,10	4,65±1,15	24,45±5,17	64,31±6,35
Без концентрического ремоделирования	80,51±15,99**	5,26±1,28**	24,36±3,90	64,95±6,00

Сокращения: SV eco – ударный объём по данным эхокардиографии; МОС eco – минутный объём кровообращения по данным эхокардиографии; AO asc – диаметр восходящей аорты по данным эхокардиографии; EF – процент фракции выброса по данным эхокардиографии Примечание. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Таким образом, согласно из табл, 3.4.9 при примерно равной фракции выброса и диаметра восходящей аорты, у атлетов, не имеющих концентрических изменений миокарда, ударный объём является более высоким, как и минутный объём кровообращения.

3.5. Оценка взаимосвязи типа ремоделирования миокарда, показателей артериального давления и физиологических параметров атлета.

Представляется логичным попытка установить взаимосвязь между величинами артериального давления и ключевыми параметрами ультразвукового исследования сердца, включающими массу миокарда, толщину стенок и размером полостей.

В свою очередь, известно, что при физической нагрузке регистрируется роль показателей АД. Уровень ДАД в значительной мере зависит от вида нагрузки, типа эргометра и других факторов, влияющих по-разному и в разной степени на значения этого параметра. В свою очередь, ударный объем, предопределяющий рост САД, возрастает при любых типах работы. Поэтому нами предложен такой показатель, как «реактивность САД», представляющий собой отношение пикового САД к относительной мощности пиковой нагрузки, т.е. к мощности в пересчете на килограмм массы тела атлета.

В силу высокой значимости гендерных различий целесообразно проведение раздельного корреляционного анализа в группах атлетов мужского и женского полов (табл. 3.5.1, табл. 3.5.2, рис.3.5.1 – мужчины; табл. 3.5.3, табл. 3.5.4, рис.3.5.2 - женщины).

Наиболее выраженная корреляция (положительная корреляция средней силы) у атлетов мужского пола наблюдается между показателями массы миокарда и реактивности САД (см. табл.3.5.1).

Табл. 3.5.1 Корреляционный анализ показателей АД и ремоделирования миокарда у мужчин

Параметры	ММ	КСР ЛЖ	КДР ЛЖ	МЖПд	ЗСЛЖд
САД покой	0,303*	0,229	0,223	0,090	0,349**
ДАД покой	0,161**	0,136**	0,134**	0,114*	0,080
САД пик	0,223**	0,192**	0,142**	0,183**	0,165**
ДАД пик	0,156**	0,109*	0,153**	0,142**	0,132**
САД пик /(W/kg) пик	0,474**	0,445**	0,406**	0,408**	0,383**

Примечания. В таблице представлены коэффициенты корреляции между физиологическими и структурными параметрами. *- p<0,05 ; ** - p<0,01; *** - p<0,001

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; САД пик – пиковое систолическое артериальное давление в тесте; ММ – масса миокарда; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; МЖПд – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу; ЗСЛЖд – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу; САДпик/W/kg – отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто («реактивность САД»)

Параметры регрессионного анализа зависимости массы миокарда от реактивности САД у мужчин представлены в табл. 3.5.2

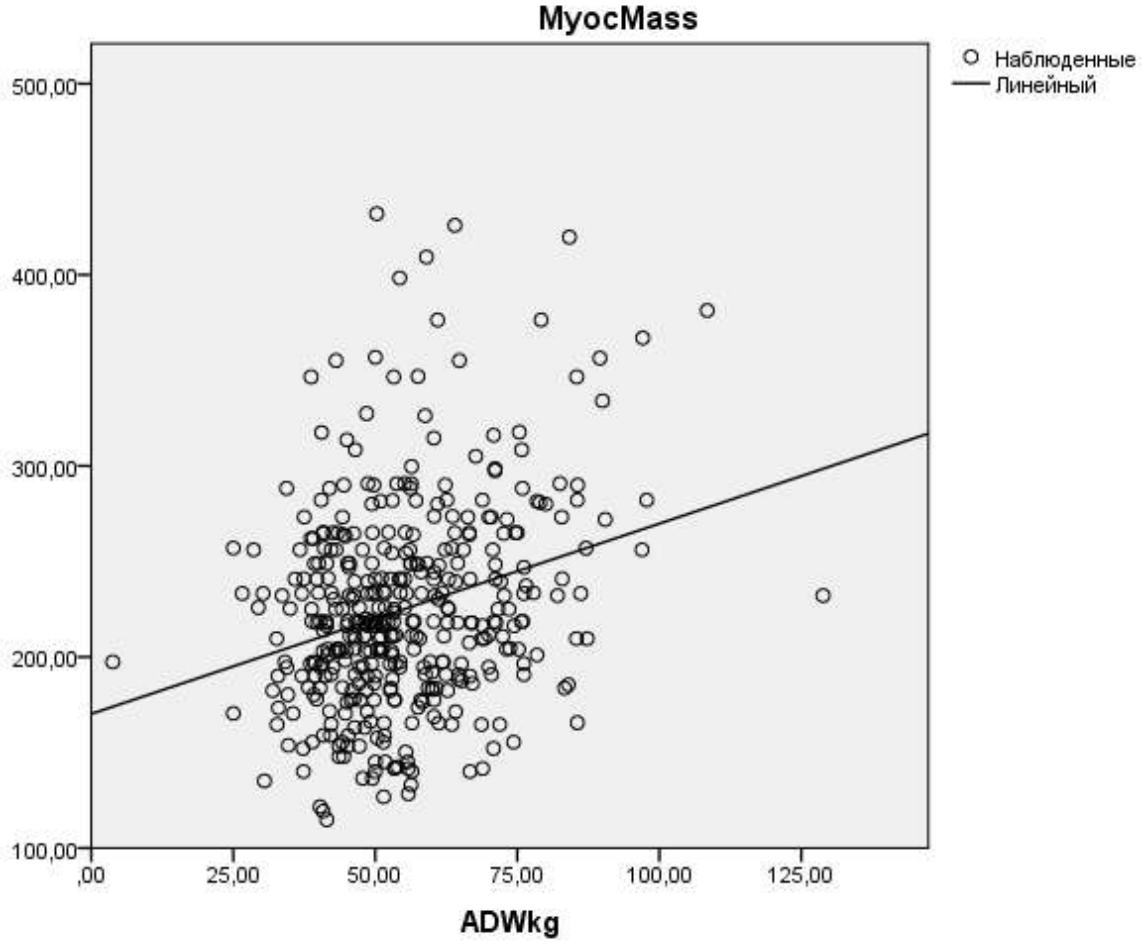
Табл. 3.5.2 Регрессионный анализ взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у мужчин

	Сводка для модели					Оценки параметров	
	R-квадрат	F	ст.св.1	ст.св.2	Знач.	Константа	b1
Линейная	0,075	31,998	1	395	0,000	170,214	0,996

Примечания. В таблице указаны параметры линейной регрессии.

Зависимая переменная – масса миокарда; Независимая переменная - ADWkg (отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто).

На графике линейной регрессии представлена зависимость массы миокарда от показателя реактивности САД у мужчин (рис. 3.5.1).



Примечания. Линейная регрессия, где зависимая переменная – масса миокарда (MyocMass), независимая переменная - «реактивность САД»(ADWkg – отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто).

Рис.3.5.1 График линейной регрессии взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у мужчин

Несмотря на имеющиеся различия, наиболее заметная корреляция (положительная корреляционная взаимосвязь ближе к уровню средней силы) у атлетов женского пола регистрируется между массой сердечной мышцы и реактивностью САД (см. табл.3.5.3). В сопоставлении с данными мужского пола данная взаимосвязь выражена несколько слабее и располагается на границе между корреляцией слабой и средней силы.

Табл.3.5.3. Корреляционный анализ показателей артериального давления и ремоделирования миокарда у женщин

	ММ	КСР ЛЖ	КДР ЛЖ	МЖПд	ЗСЛЖд
САД покой	0,078	-0,001	0,111	-0,022	-0,057
ДАД покой	0,189*	0,128	0,139	0,190*	0,001
САД пик	0,218**	0,197**	0,188*	0,165*	0,018
ДАД пик	0,187*	0,184*	0,148	0,203**	-0,018
САД пик /(W/kg) пик	0,397**	0,135	0,139	0,109	0,146

Примечания. В таблице представлены коэффициенты корреляции между физиологическими и **структурными параметрами. *- p<0,05 ; ** - p<0,01**

Сокращения: САД – систолическое артериальное давление; САД пик – пиковое систолическое артериальное давление в тесте; ММ – масса миокарда; КСР ЛЖ – конечно-систолический размер левого желудочка; КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка; МЖПд – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу; ЗСЛЖд – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу; САДпик/W/kg – отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто («реактивность САД»)

Данные регрессионного анализа взаимозависимости массы миокарда от реактивности САД у атлетов женского пола отображены в табл. 3.5.4

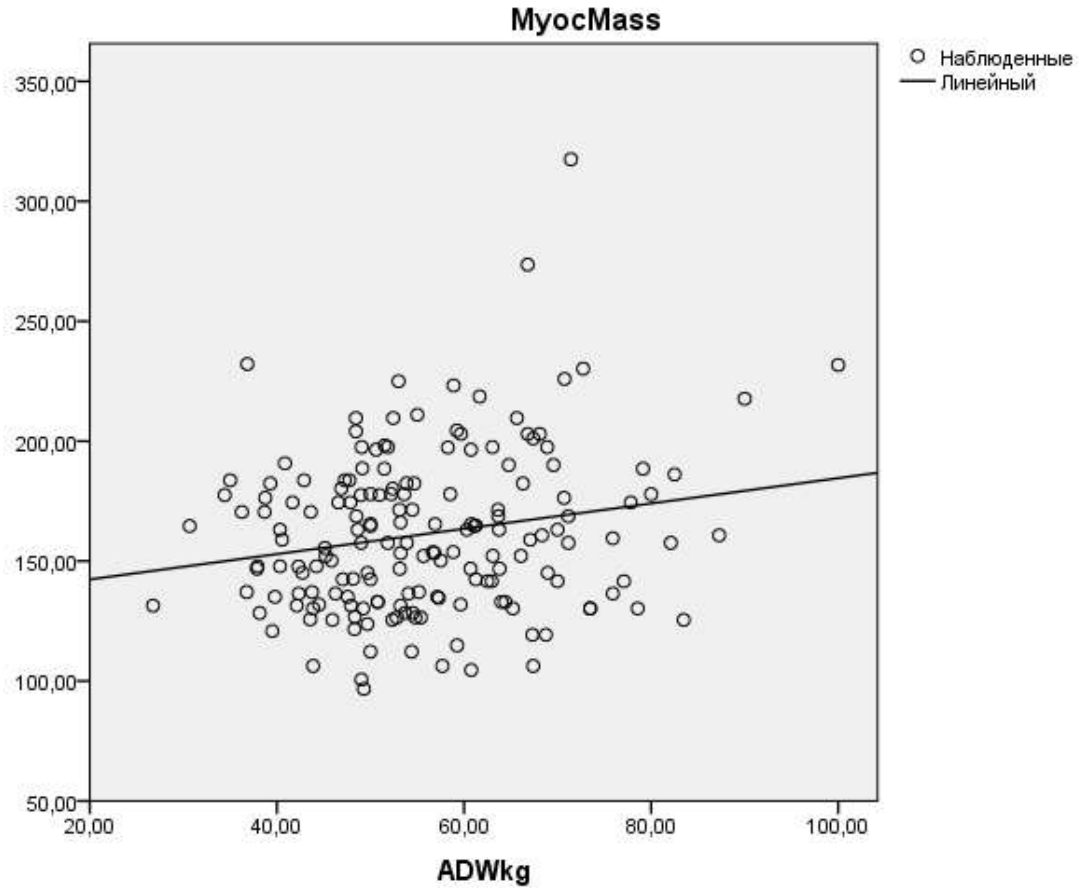
Табл. 3.5.4 Регрессионный анализ взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у женщин

Уравнение	Сводка для модели					Оценки параметров	
	R-квадрат	F	ст.св.1	ст.св.2	Знач.	Константа	b1
Линейная	0,039	6,874	1	171	0,010	131,821	0,528

Примечания. В таблице указаны параметры линейной регрессии.

Зависимая переменная – масса миокарда; Независимая переменная - ADWkg (отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто).

На графике, отражающем линейную регрессию между параметрами, можно видеть зависимость массы миокарда от т.н. «реактивности САД» (рис. 3.5.2) у атлетов женского пола



Примечания. Линейная регрессия, где зависимая переменная – масса миокарда (MyocMass), независимая переменная - «реактивность САД»(ADWkg – отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто).

Рис.3.5.2 График линейной регрессии взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у женщин

3.6. Взаимосвязь гипертензивной реакции и патологического ремоделирования миокарда атлета. Клинические примеры

Интересной представляется анализ зависимости пикового артериального давления в тесте от скорости его нарастания, и их взаимосвязь с признаками патологического ремоделирования миокарда.

Как уже упоминалось ранее, ряд исследователей, такие как Caselli S. (2016) с соавт. утверждают, что частота патологического ремоделирования миокарда тесно сопряжена с уровнем пикового систолического АД в тесте, тогда как другие исследователи (Schultz M. G.; La Gerche A., 2017) наличие подобной взаимосвязи отвергают. [49, 115]

С нашей точки зрения, это связано с тем, что в расчет брались абсолютные значения АД, без учёта его ответа на амплитуду физической работы в тесте. Нами обнаружено, что систолическое давление может нарастать с разной скоростью, соответствуя мощности выполняемо работы, либо испытывая значительно более «крутой» рост графика, что может играть решающее значение (рис.4.5).

В связи с этим нами было введено понятие «реактивность артериального давления», которое представляет рост АД на единицу мощности нагрузки, апроксимированную по отношению к массе тела атлета.

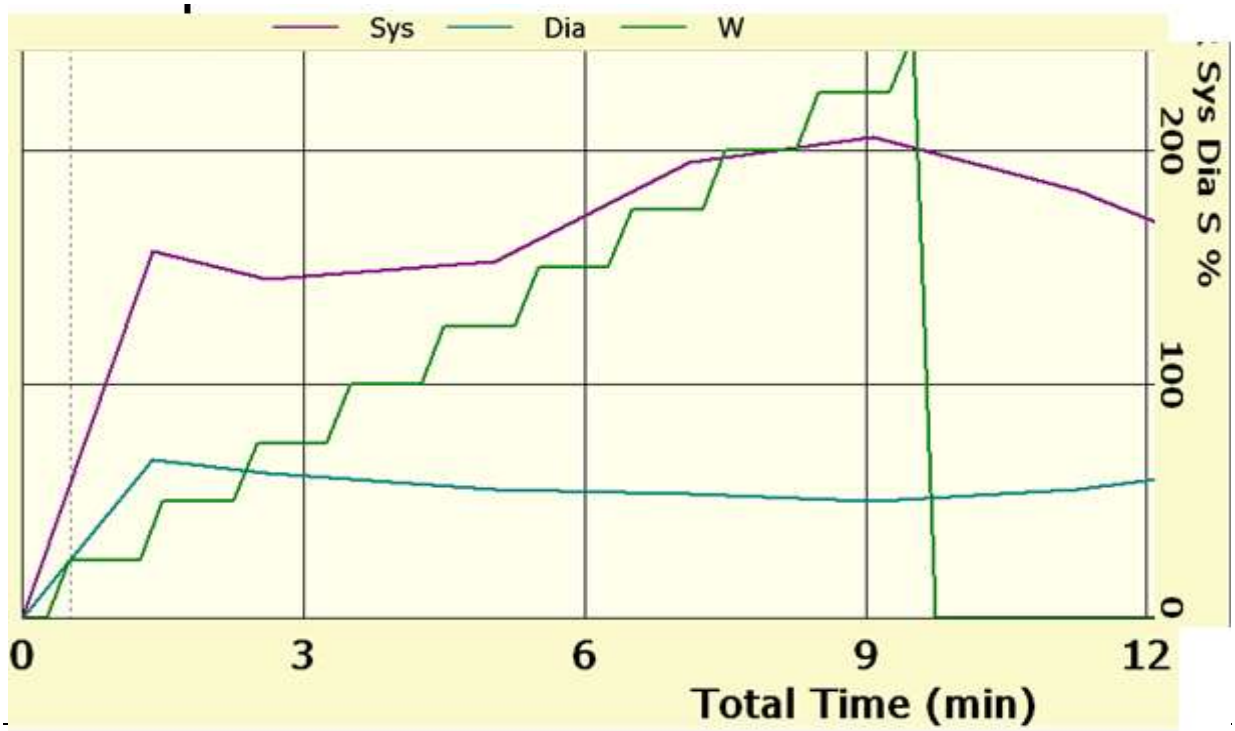


Рис. 3.6.1 (a) Нагрузочный ВЭМ-тест: атлет К-в, футбол, 17 лет, масса тела 75 кг, после 10-ти ступеней нагрузки по 25 В (Wpeak= 250 Вт), имеет цифры АД сист.max = 210 мм рт.ст. *Реактивность АД = 63 мм рт.ст./Вт/кг*

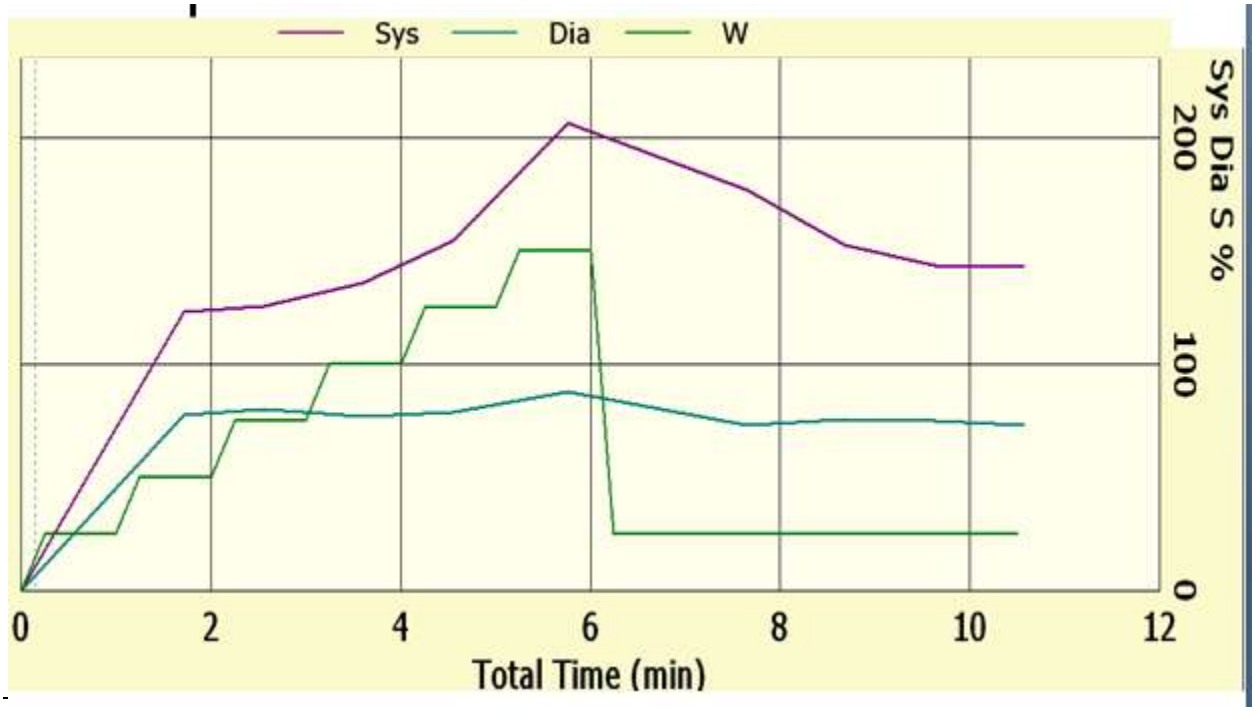


Рис. 3.6.1 (b) Атлет Н.В,, гандбол, 17 лет после 6-ти ступеней нагрузки по 25 Вт (Wpeak = 150 Вт), масса 75 кг, имеет цифры систолического АД = 210 мм рт.ст. *Реактивность АД = 105 мм рт.ст./Вт/кг*

Лица, имеющие высокий рост АД (более 200 мм рт.ст.) в сочетании с высокими значениями реактивности АД (>100 *мм рт.ст./Вт/кг)*, имели достоверно чаще изменения миокарда в виде нарушения ритма и проводимости, в т.ч., эктопии и изменения реполяризации.

Клинический случай 1. Как клинический пример, можно привести следующее наблюдение.

Футболист-легионер Ф., полузащитник, 29 лет. Чемпион Молдавии (2): 2004/05, 2005/06. Обладатель кубка: 2005/06. Серебряный призёр чемпионата Дании: 2007/08. Финалист кубка России 2010 г. С 2013 года – игрок Московского футбольного клуба.

При УМО на ЭКГ покоя обнаружены изменения в виде изменения реполяризации в V2-V3, умеренно сниженного вольтажа зубца Т во всех остальных отведениях, и наджелудочковой экстрасистолии (рис.3.6.2).

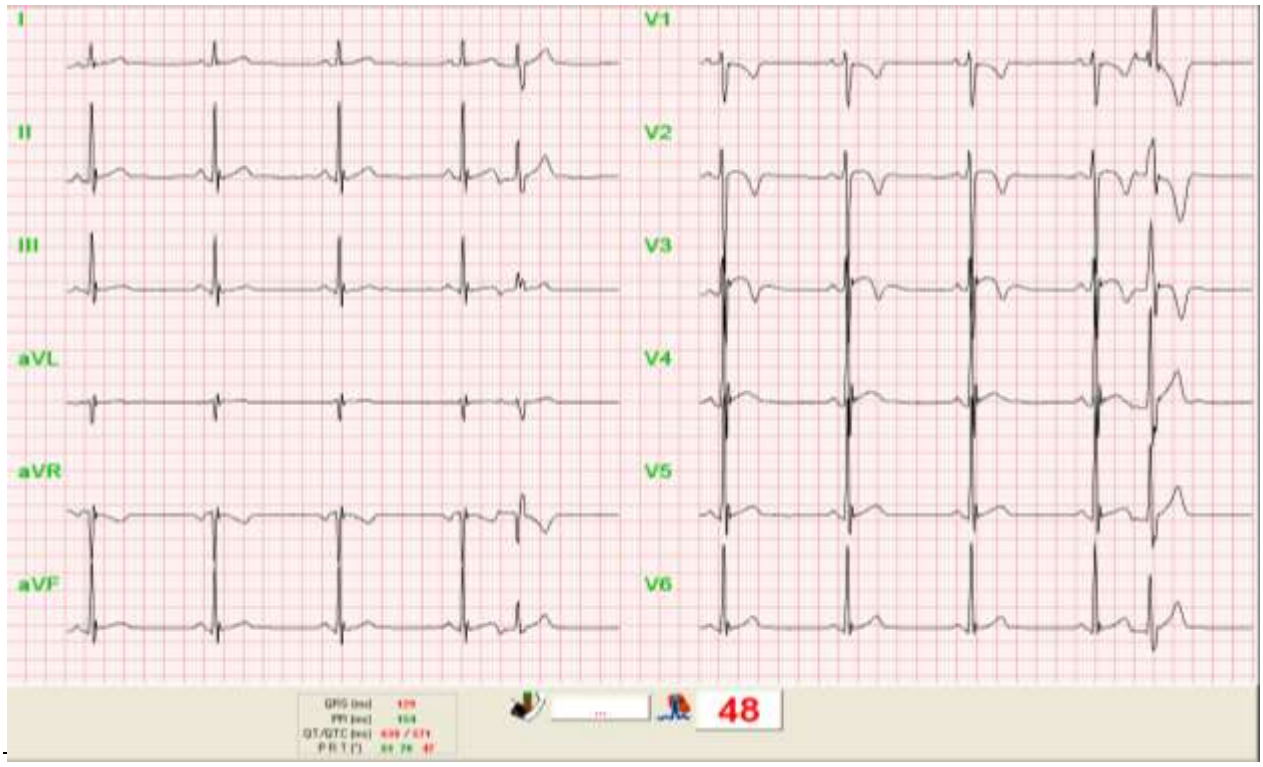


Рис. 3.6.2 ЭКГ в покое лёжа футболиста Ф., 29 лет, масса тела 85 кг: синусовая брадикардия, отрицательный Т в V2-V3, низкоамплитудный зубец Т в остальных отведениях, наджелудочковая экстрасистола.

Изменения усугубляются, с распространением нарушений реполяризации диффузно, на все стандартные и грудные ЭКГ-отведения уже при минимальной нагрузке 50 Вт в положении сидя на велоэргометре (рис. 3.6.3)

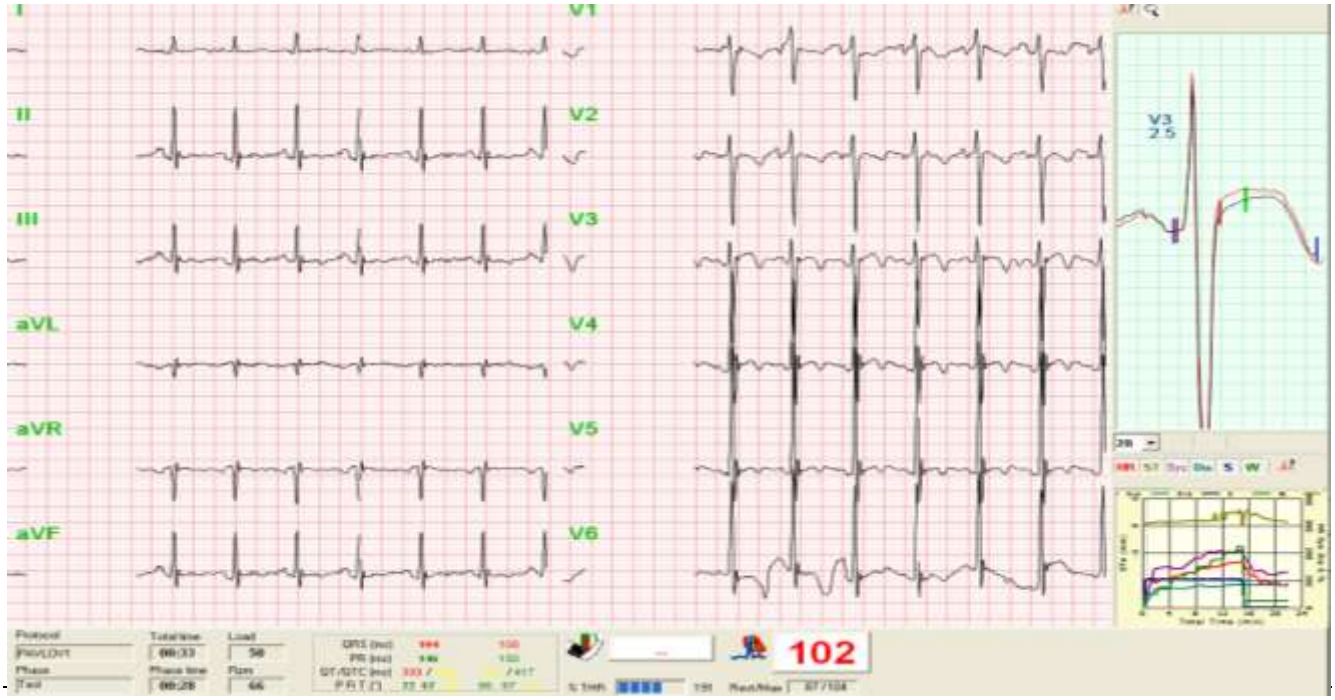


Рис. 3.6.3 ЭКГ сидя на велоэргометре лёжа футболиста Ф., 29 лет, масса тела 85 кг при педалировании на мощности 50 Вт – регистрируются диффузные изменения реполяризации во всех отведениях.

При этом, уже на нагрузку в 150 Вт отмечался рост САД выше 200 мм рт.ст. (рис.3.6.4)

Load W	HR 1/min	Psys mmHg	Psys mmHg	Pdia mmH
25	0	0	0	0
50	102	0	0	0
50	102	0	0	0
50	94	0	0	0
50	94	143	143	68
75	102	143	143	68
75	105	149	149	69
75	105	149	149	69
75	103	150	150	72
100	114	150	150	72
100	115	140	140	72
100	120	140	140	72
100	124	146	146	72
125	128	146	146	72
125	126	160	160	71
125	127	160	160	71
125	134	180	180	81
150	145	180	180	81
150	143	181	181	83
150	148	181	181	83
150	150	206	206	76
175	148	206	206	76
175	153	203	203	79
175	155	203	203	79
175	158	209	209	78
200	161	209	209	78
200	163	204	204	83
200	163	204	204	83
200	167	204	204	85
225	169	204	204	85
225	171	211	211	84
25	165	211	211	84
25	143	211	211	84

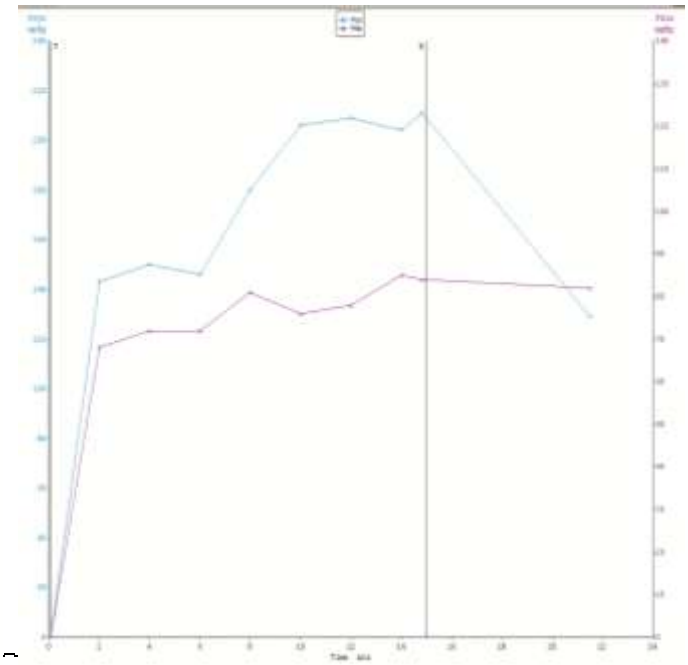


Рис.3.6.4 Реакция АД на нарузку во время ВЭМ-теста у футболиста Ф., 29 лет, масса 85 кг – обращает подъём САД выше 200 мм рт.ст при умеренной нагрузке 150 Вт. *Реактивность АД = 115 мм рт.ст./Вт/кг*

При эхокардиографии футболиста Ф., 29 лет, было дано следующее заключение:

Дилатация правого предсердия. Концентрическая гипертрофия левого желудочка.

Митральная регургитация 2 ст.

Перикард без особенностей. Фракция выброса - 77 %.

Среднее давление на легочной артерии 25 мм рт. ст.

Увеличение массы миокарда до 300 г при пересчете на ППТ (норма 127-245г).

Вслед за тем, был подведён мотивированный итог интегральной оценки состояния здоровья футболиста Ф., 29 лет,в отношении занятий спортом.

Диагноз. Синдром артериальной гипертензии. Патологическое ремоделирование миокарда (концентрическая гипертрофия). Пролапс митрального клапана; митральная регургитация 2 ст. Нарушение ритма сердца: суправентрикулярная

экстрасистрасистолия. Нельзя исключить постмиокардитический кардиосклероз и (или) дебют гипертрофической кардиомиопатии (ГКМП).

Согласно Российским и Международным рекомендациям, подобные изменения (патологическая гипертрофия, осложненная сопутствующими состояниями) ограничивают физическую работоспособность, препятствуют выполнению физической работы, и являются одной из ведущих причин фатальных исходов при занятиях спортом. [129]

Занятия профессиональным спортом не рекомендованы. Изменения, подобные приведенным выше, достоверно чаще регистрировались у атлетов с подъёмом АД выше 200 мм рт.ст и реактивностью АД>*105 мм рт.ст./Вт/кг* во время максимального ВЭМ-теста.

Клинический случай 2. Наше внимание привлек случай достаточно ощутимых различий морфологической картины сердца в течение 1 года у атлета высокого уровня. В мае текущего года. углубленное медицинское обследование проходил атлет Ф., 22 года, мастер гиревого спорта, согласно стандартизированной программе. Морфологические характеристики атлета: рост 190 см,масса тела 90 кг, площадь поверхности тела 2,18 см2 (формула DuBois). Спустя 6 мес, в октябре текущего года, данный атлет повторно проходил углубленное медицинское обследование. Указанные антропометрические данные при повторном обследовании прежние. Углубленное медицинское обследование проведено в одном и том же объеме, на одних и тех же аппаратах, в одних и тех же условиях и по тем же протоколам. За прошедшие полгода атлет значительно поменял тип физических нагрузок и тренировочный режим в соответствии с поставленными целями (достичь прогресса в тяжелой атлетике). Указанные изменения совершаемой физической работы представлены в табл. 3.6.1.

Табл. 3.6.1 Изменения тренировочных нагрузок у атлета Ф.

До мая текущего года	Май-октябрь текущего года
• Упражнения с гирями (2 гири по 32 кг): a) толчок с общим количеством 100 раз; b) рывок с общим количеством 120 раз • Упражнения со штангой на выносливость: a) приседания; b) жим лёжа узким хватом; c) прыжки со штангой малой массы Масса штанги не более 90 кг. • Упражнения на перекладине	• Упражнения с гирями отсутствуют • Упражнения со штангой (рывок, подрыв, толчок) с малым количеством подходов и массой штанги 100 – 125 кг • Прыжки в высоту
Режим: тренировки расчитаны на формирование выносливости	Режим: тренировки расчитаны на формирование силы
Достижения: впервые выполнен норматив мастера спорта (гири); победы на Чемпионатах Москвы по гиревому спорту	Достижения: выполнен норматив 2-го разряда по тяжёлой атлетике

Целью тренировок стало формирование не качества выносливости, а качества силы. Что касается структуры мышц, то в случае формирования выносливости атлет добивается роста процессов окислительного фосфорилирования (количество и активность митохондрий в мышечных миофибриллах и др.), а в случае развития силы – процессов бескислородного метаболизма (накопление резервов креатинфосфата, рост объема миофибрилл и др.).

В результатах нагрузочного тестирования обращает на себя внимание, что при повторном тестировании выполнение нагрузки по просьбе атлета остановлено на более низких цифрах эргометрических (W) и физиологических параметров (частота сердечных сокращений – ЧСС, VO2 и др.). Это связано с субъективно более ранним возникновением состояния утомления у атлета (табл. 3.6.2)

Табл.3.6.2 Данные нагрузочного тестирования (велоэргометрия) атлета Ф. через 6 мес. после смены тренировочных нагрузок

Показатели		До силовых тренировок	После 6 мес силовых тренировок
В покое	ЧСС в покое лежа, уд/мин	76	65
	ЧСС в покое сидя, уд/мин	70–105	95
	САД в покое, мм рт. ст.	98	145
	ДАД в покое, мм рт. ст.	73	79
Пиковые	W_{peak}, Вт/кг	3,3	2,5
	VO_{2peak}, мл/мин/кг	46,1	35,7
	Максимальный лактат, ммоль/л	12,8	9,3
	Пиковая ЧСС, уд/мин	191	155
	Пиковое САД, мм рт. ст.	182	176
	Пиковое ДАД, мм рт. ст.	100	66

Примечания. САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; Wpeak – пиковая мощность нагрузки, выполненная в тесте; VO2peak – пиковое потребление кислорода в тесте.

При этом, несмотря на более высокие значения пикового САД изначально, в сравнении с более низкими цифрами этого показателя после смены тренировок на силовые, «реактивность» артериального давления [САДpeak/(Wpeak/kg)] при тренировках на силу (70,4 mmHg/W/kg) выше в нашем случае, чем при превалировании аэробного тренировочного процесса (55,2 mmHg/W/kg)

Изменения, произошедшие в отношении эхокардиографической картины атлета были довольно существенными - на 10 мм уменьшился конечный диастолический размер (КДР) левого желудочка (ЛЖ) и, соответственно, на 60 мл – конечный диастолический объем (КДО); несколько меньше изменился конечный систолический размер (КСР) ЛЖ (на 5 мм), и, как следствие, – конечный систолический объем – КСО (на 20 мл). Вместе с тем на 3 мм увеличилась толщина межжелудочковой перегородки (ТМЖП) и незначительно – толщина задней стенки (ТЗС) ЛЖ (рис.3.6.5)

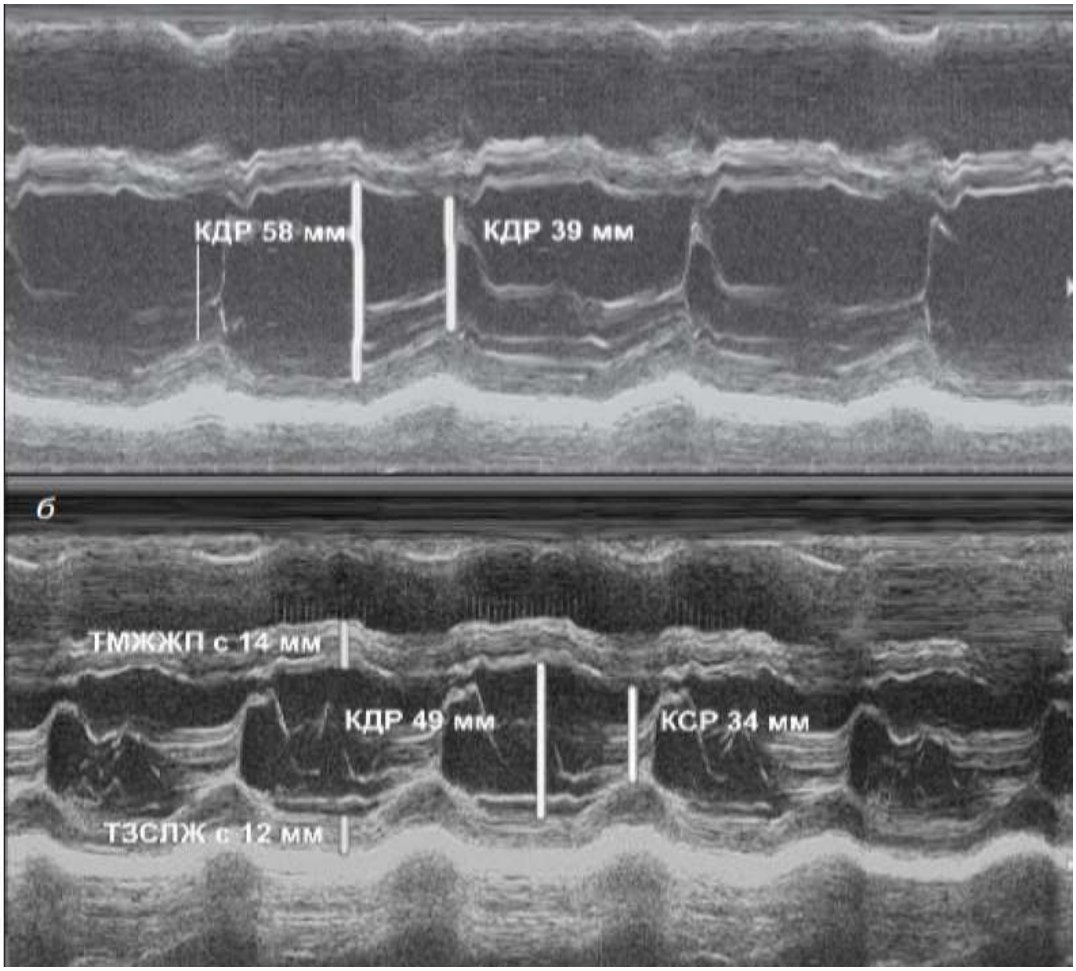


Рис. 3.6.5. Динамика ЭхоКГ атлета Ф. в М-режиме из парастернальной позиции по длинной оси ЛЖ: *а* – май., погранично высокий размер полости ЛЖ; *б* – октябрь., утолщение МЖП, признаки концентрической гипертрофии ЛЖ.

Несмотря на появившиеся признаки утолщения стенок ЛЖ, масса миокарда (абсолютная и относительная) не возросла, а стала несколько меньше.

Изменения на электрокардиограмме (ЭКГ) проявились признаками более выраженной электрической активности сердца в левых грудных отведениях, что видно на рис. 2.

На сравниваемых ЭКГ, кроме наличия синусовой аритмии при раннем исследовании (маркер ваготонии и хорошей адаптации к физическим нагрузкам на выносливость), имеются более высокие зубцы RV5–RV6 и более глубокие SV1–SV2. Визуально это отображается «наползанием» комплексов *QRS* друг на друга.

Традиционно используемый для анализа гипертрофии ЛЖ по ЭКГ индекс Соколова-Лайона (в норме≤35 мм) при первом обследовании атлета (тренировки на выносливость) был равен 26,5 мм, тогда как при повторном осмотре (в период силовой работы) составил 42 мм. (рис. 3.6.6)

Рис. 3.6.6 Электрокардиографическое исследование атлета Ф. в покое (сидя), выполненное перед проведением нагрузочного тестирования: *а* – май *б* – октябрь.

Подход к высоковольтажной ЭКГ атлета, как видно из данного примера, должен быть критическим: с одной стороны, вольтаж выше при переходе к концентрическому типу ремоделирования. Но, с другой стороны, масса миокарда, измеренная на ЭхоКГ, не возросла в процессе силовых тренировок, несмотря на изменения типа ремоделирования. Таким образом, использование вольтажных критериев для оценки гипертрофии и миокарда левого желудочка представляется сомнительной. Следует, также, отметить, что сама регистрация ЭКГ должна осуществляться так, чтобы минимизировать наслоение высоковольтажных комплексов друг на друга.

ГЛАВА IV. ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные в исследовании данные можно анализировать с нескольких позиций. Основные из них следующие:

- Оценка АД атлета во времени и в популяции;
- Взаимосвязь АД с другими морфофизиологическими параметрами;
- Неоднородность видов спорта и АД;
- Реакция АД на нагрузочный тест;
- Клинико-физиологическое значение повышенного АД;
- АД и ремоделирование миокарда.

Обсуждение эволюции артериального давления во времени и в популяции.

Вопрос о референсных («нормальных») значениях артериального давления в покое у атлетов остается открытым. Все дело в отклонениях физиологии атлета (ваготония, гипертрофия миокарда, изменения электрической активности миокарда и др.), которые представляются очевидными. Очевидным, как может казаться, представляется и тот факт, что для представителей отечественной школы спортивной медицины вопроса в этом отношении не стоит, с тех пор, как великий советский терапевт Г.Х. Ланг постулировал наличие у атлетов артериальной гипотензии в составе триады «гипотония-гипертрофия-брадикардия».

Однако, анализируя научно-практическую литературу по спортивной медицине последних лет, особенно, что касается зарубежных школ данного направления, мы, как правило, не находим даже косвенного упоминания об Так, в Олимпийском руководстве по спортивной кардиологии 2017 г., в главе «Интерпретация патологических результатов обследования у атлетов» (англ.”Management of Abnormal Physical Examination Findings in Athletes”), нигде не упоминается о наличии артериальной гипотензии у атлетов. Та же тенденция

наблюдается и в главе вышеуказанного руководства «Коррекция артериальной гипертензии у атлетов (англ. «Management of Hypertension in Athletes»). [128]

В нашем исследовании мы реально видим, что в сравнении с популяцией XX века, когда жили и творили классики советской терапии и спортивной медицины, у современных атлетов гипотензия по значениям САД стала регистрироваться на 5,7% реже, нормотензия – на 9,8% чаще и гипертензия – на 4,1% чаще. По значениям ДАД, количество гипотензивных атлетов по диастолическому АД уменьшилось на 3,8%, а количество нормотоничных атлетов выросло на 6,7%.

И, несмотря на то, что, примерно 1/3 часть атлетов имеют, согласно нашей статистике, артериальную гипотензию, это уже меньшая цифра, чем было в популяции атлетов прошлого времени. Встает вопрос, насколько реально свойственна гипотензия атлетам, и, действительно не соблюдается правило, установленное спортивными физиологами и клиницистами.

Действительно, несмотря на результаты статистики, лежащей в основе современной доказательной медицины, чьи данные балансируют из стороны в сторону, часто, без внешне видимой причины, гипотензия атлета имеет своё физиологическое обоснование. Гипотензию, с одной стороны, можно обосновать превалированием парасимпатикотонии у атлета. Однако, парасимпатикотония вторична по отношению к адаптационным структурным изменениям органов и тканей. И здесь логичнее всего вспомнить, что в повышении артериального давления важнейшую роль играет повышение общего сосудистого периферического сопротивления. Действительно, для достижения полноценного аэробного метаболизма тканей при максимальной физической работе важно должное обеспечение тканей и органов кислородом и необходимыми веществами для метаболических процессов. Этот процесс осуществляется на капиллярном уровне, т.е., в микрососудах, стенка которых обладает малой прочностью и толщиной.

Известно, что повышение давления внутри большинства мелких артерий способно неожиданно приводить к сужению сосудов. Этот феномен, известный как эффект Бейлисса, включает вызванную растяжением активацию неселективных катионных каналов гладкомышечных клеток. Недавняя работа Медероса и Шницлера проливает свет на более тонкие механизмы данного явления, доказывая, что активация каналов, вызванная растяжением, имеет в основе взаимодействие между TRP-катионным каналом и рецептором ангиотензина. Интуитивно можно предположить обратное, что увеличение давления в эластичной ёмкости (например, в воздушном шаре или в шине) приводит к её расширению. Однако многие сосуды, в частности мелкие резистивные артериолы, ведут себя противоположным образом: повышение внутрисосудистого кровяного давления заставляет их не расширяться, а сужаться. Такое поведение, на самом деле, вызвано тем, что стенка капилляра выдерживает ограниченный спектр давления – от 15 мм рт.ст. до 30 мм рт.ст. [76].

Поэтому внутрикапиллярное давление при нормальных условиях должно оставаться, практически, константой и варьировать в ограниченных пределах с его уровнем, как правило, не превышающим 25 мм рт.ст. При давлении крови капиллярную стенку немного выше, т.е., 30 - 40 мм рт.ст. неизбежно формирование отеков, разрывов стенок капилляров с образованием петехии и микрогематом. В то же время, давление в артериолах равно 70-100 мм рт.ст. [81]. Таким образом, основная редукция артериального давления генерируется на артериолярно-капиллярной границе, а, конкретно, в сосудах диаметром < 150 мм, является проявлением гипертензивного воздействия микроциркуляторного русла [125].

В настоящее время спорт требует гораздо большей интенсивности, энерготрат и времени. Об этом говорит и модернизированный в сторону интенсификации и продолжительности тренировочный процесс в большинстве

видов спорта, и прогрессирующий рост спортивных достижений в большинстве спортивных дисциплин [96].

Продолжительные и интенсивные сверхнагрузки, несомненно, способны превосходить резервы микроциркуляторного русла, провоцируя его рефлекторный спазм, и, как минимум, функциональное разрежение. Подобный механизм лежит и в основе патогенеза эссенциальной гипертензии. Однако, в последнем случае он оказывается более стойким, в силу процессов органического разрежения капиллярного русла, которое неизменно является следствием стойкого функционального разрежения микрососудов.

В свою очередь, отсутствие периодов восстановления, кроме недостаточной суперкомпенсации, может вести к формированию стойкой симпатической активации, проявляющейся, в частности, наличием длительно существующих кислородного и пульсовых «долгов» и повышенного уровня артериального давления, обусловленного, с одной стороны, усиленной работой сердечной мышцы, а, с другой стороны, стойким спастическим состояниям прекапиллярных сфинктеров. Подобное явление получило в англоязычной литературе наименование ”overload” (перегрузка). Это состояние при своем длительном персистировании, как минимум, способно переходить в более стойкое, - т.н., симпатический тип перетренированности (”overtreaning syndrome”).

Все вышеописанные изменения хорошо согласуются с представленными физиологическими концепциями, находками и динамикой артериального давления атлетов на протяжении последнего временного отрезка, являющегося прорывным в динамике нагрузок и спортивных достижений.

Обсуждение взаимосвязи антропометрических параметров атлета и артериального давления.

Одной из особенностей спортивной медицины, как отрасли медицинской науки, является отсутствие чётких границ между взрослым и детским возрастом, как это принято при разграничении в традиционной врачебной пратике педиатрии и

терапии, где разделение происходит между возрастом 17 лет (педиатрия) и 18 лет (взрослые пациенты). Между тем, взгляды и подходы педиатров и терапевтов в отношении курируемого ими контингента иногда резко отличаются. Это, в частности, касается и артериального давления. Если у взрослых пациентов в качестве критериев артериальной гипертензии используют чёткие стойкие дискретные значения АД, началом чему были итоги Фремингемского исследования, то у педиатрического контингента, в качестве детерминантов используется центильный метод [43].

Действительно, в основу верификации артериальной гипертензии у детей и подростков положено правило, согласно которому значения артериального давления возрастают пропорционально возрасту и пропорциям тела ребенка, и, в частности, его росту. Этот принцип вначале был внедрен в клиническую практику Европейскими и Американскими профильными медицинскими сообществами, а затем положен в основу отечественных рекомендаций по профилатике и лечению артериальной гипертензии у детей и подростков. У детей и подростков следует учитывать эталонные значения артериального давления в таблицах с поправкой на возраст, основанные на перцентиле пола и роста, как указано в недавно опубликованных рекомендациях: гипертония диагностируется только в том случае, если значения артериального давления превышают 95-й перцентиль более чем на 5 мм рт. ст. [2]. Зависимость уровня артериального давления от роста до конца не подтверждена известными физиологическими механизмами рефлекторной регуляции и нервно-гуморального фона и, вероятно, поэтому остаётся предметом дискуссии физиологов.

Тем не менее, следует отметить, что данное явление, однако, навряд ли связано с повышенным процентом жировой ткани, как это наблюдается в общей популяции взрослых лиц, страдающей метаболическим синдромом. Скорее всего, причиной является повышенный выброс факторов роста, либо других, имеющих отношение к вышеописанным процессам, субстанциям, в процессе специфической тренировочной активности, возможно, отчасти, генетически

детерминированный. Действительно, генетические предикторы артериальной гипертензии и предрасположенности к различному спорту, в настоящее время интенсивно обсуждаются в литературе. К естественным факторам могут добавлять своё влияние искусственно введенные субстанции, принятые с различными целями (быстрейшее выздоровление, восстановление, повышение работоспособности и др.). Что касается применения субстанций и (или) методов, с целью получения искусственного преимущества, то этот процесс регулируется антидопинговыми правилами, и подобные воздействия запрещены. Тем не менее, проблемы допинга широко распространены в нашей стране и мире.

Таким образом, тот факт, что у детей возрастает уровень системного АД по мере увеличения роста, широко известен, и данные процессы остаются тесно взаимосвязанными между собой, вплоть до прекращения процессов естественного роста длины тела. Существует точка зрения, что ключом к обоснованию этой взаимосвязи является учение Г.А. Илизарова, открывшего стимулирующее влияние напряжения растяжения тканей на их развитие и рост [44]. По мнению последователей автора, так называемое, «гидродинамическое состояние тканей», детерминируемое насосной функцией миокарда, представляет собой «первичный гидравлический скелет», который, в целом, способен влиять на темпы роста тела [44].

Известно, что темпы роста тела не прекращаются с достижением восемнадцатилетнего возраста, а, значит зависимость между уровнем артериального давления и высокорослостью у молодых взрослых, проявившаяся в нашем исследовании, является вполне обоснованной [43].

Обсуждение гендерных различий артериального давления у атлетов.

По нашим наблюдениям, атлеты женского пола отличались от мужского по следующим аспектам:

- Более низкий уровень АД в покое;

- Более низкий уровень АД в нагрузочном тесте;
- Различная структура видов спорта у атлетов с высоким АД;
- Более низкая частота неблагоприятных изменений сердечно-сосудистой системы

Следует начать с того, что в педагогическом аспекте, гендерные различия проявляются у женщин более низкими результатами, в сравнении с мужчинами, в схожих видах спорта.

Это, в свою очередь, обусловлено физиологией, которая у женщин направлена на поддержание фертильности и цикличности естественных процессов со свойственным этому процессу меняющимся гормональным фоном. Естественное превалирование эстрогенов у женщин, в сравнении с превалированием андрогенов у мужчин, обеспечивает два основополагающих различия, которые лежат в основе всех остальных отличительных гендерных особенностей, а именно:

- различия антропометрических параметров,
- различия состава тела [22].

Более высокий уровень андрогенов у атлетов мужского пола обуславливает формирование белых мышечных волокон, предназначенных для генерации, так называемой, «взрывной» силы, для которой свойственно анаэробное энергообеспечение [109]. Той же цели способствует воздействие на центральную нервную систему, формирующие высокий уровень агрессивности у атлетов мужского пола для реализации мышечных потенций.

Как следствие:

- процент жировой массы у мужчин меньше, чем в схожих спортивных дисциплинах у женщин, - так у лучших спринтеров-мужчин в забеге на 100 м, он составляет 5-7%, тогда, как у женщин-спринтеров, обычно, выше или равен 10%;

- более высокий уровень выносливости с максимальным (пиковым) потреблением кислорода, превышающим у представителей мужского пола таковой у женщин, со схожим тренировочным паттерном, в среднем, на 10%;
- более высокий уровень мышечной силы и локальной мышечной выносливости у мужчин [63].

Отсюда, вполне логично следует, что более низкий уровень мышечного усилия и более низкие резервные возможности сердечно-сосудистой системы у женщин, ведут к более низким цифрам пикового АД, как это продемонстрировано в нашем исследовании. В тоже время, более низкий процент белых (анаэробных гликолитических) мышечных волокон, приводит к меньшему времени работы в т.н. «смешанной» (анаэробной) зоне, с низким накоплением кислородного и пульсового долгов, что определяет более быстрое восстановление гемодинамических параметров, в том числе, более низкому уровню АД в покое.

Таким образом, существующие фундаментальные анатомо-физиологические гендерные различия приводят к соответствующим различиям уровня артериального давления в покое и при нагрузках [117].

Обсуждение зависимости артериальной гипертензии от видов спорта.

Во всех физкультурно-спортивных ВУЗах России традиционно применяется общепринятая классификация, наиболее глубоко обоснованная известным советским физиологом В.С. Фарфелем (классификация В.С. Фарфеля), которая, большей частью, основана на педагогических воззрениях. Подразделяя все виды спорта на 5 подгрупп, она тесно взаимосвязана и с другими особенностями спортивной деятельности – биохимическими, гемодинамическими, физиологическими и др. [39].

Так, для спортивного физиолога, тренера по физической подготовке, в первую очередь, существует классификация, в которой в основу положены биохимические особенности мышечной деятельности при той, или иной

физической работе. В России эта классификация модифицирована заслуженным деятелем науки СССР, профессором Н.И. Волковым, и подразумевает следующие типы работы: а) алактатная анаэробная; б) лактатная анаэробная; в) аэробная. Таким образом, для этих специалистов, циклические виды спорта, в первую очередь, будут означать аэробный тип метаболизма, а скоростно-силовые – анаэробный.

С позиций физиологии сердечно-сосудистой системы и гемодинамики рассматривает атлета классификация Mitchel J.H. [93], являющаяся, в настоящее время, основой системы допуска атлета к занятиям спортом, согласно международным и отечественным рекомендациях [103, 116]. Основополагающим моментом здесь выступает преимущественный тип перегрузки сердечно-сосудистой системы: а) перегрузка объемом (увеличение преднагрузки), что свойственно, т.н., динамическим нагрузкам; б) перегрузка сопротивлением (увеличение постнагрузки, что типично для т.н., статических нагрузок.

Эти классификации, с нашей точки зрения, взаимосвязаны следующим образом:

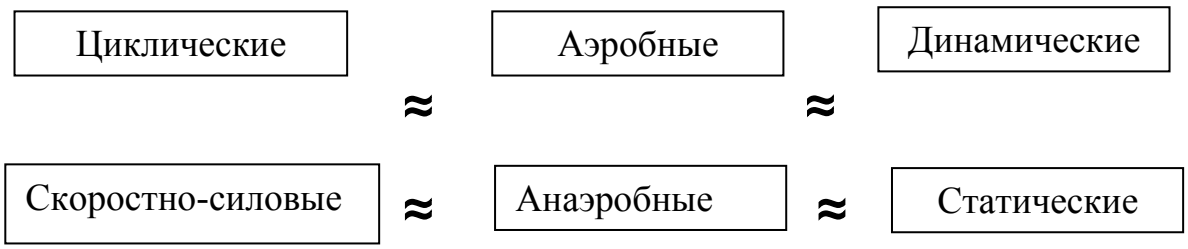


Рис. 4.1 Принципы взаимосвязи основных классификаций спорта.

Учитывая многочисленные нюансы современных спортивных дисциплин, в совокупности с расхождениями во взглядах специалистов различного профиля, точное сопоставление всех типов классификаций довольно затруднительно.

Последняя классификация A. Pelliccia (2018 г.), используемая, большей частью, вызывает ряд вопросов, в частности, в отношении причисления всех видов борьбы к силовым видам спорта. Этот подход вызван прагматическими соображениями и удобством использования подобного подхода.

Табл. 4.1 Соотношение различных групп спорта в классификациях

Биохимическая классификация	Педагогическая классификация	Гемодинамическая классификация
Анаэробная работа (алактатная и лактатная)	Скоростно-силовые виды спорта	III A, II A
«Смешанная» работа (одинаковый вклад аэробной и анаэробной работы)	Игровые виды спорта Единоборства***	*I B,* II B, II C, *III B,* III C
Аэробная работа	Циклические виды спорта, Сложнокоординационные виды спорта	IA*, I C, III C**

*****I A класс, условно, можно отнести к видам спорта с аэробным метаболизмом, хотя учитывая уровень нагрузок как на силу, так и на выносливость, интенсивность биохимических процессов мышечного метаболизма здесь низкая, что делает его особым случаем с условностью включения в сравнительный анализ.

Несмотря на превалирование аэробной работы, часть видов спорта в этом разделе, согласно классификации Mitchel J.H, относится к игровым. * В классификации A.Pelliccia 2018 г. все виды борьбы причислены к силовым видам спорта, с чем мы не можем полностью согласиться.

В случае анализа показателей атлетов, прослеживались отдельные достоверные различия, при выборе за систему анализа,

педагогической классификации. В случае классификации Mitchel J.H. существенных различий между видами спорта не прослеживалось.

Наиболее чётко прослеживаемыми, с педагогических позиций, являются отличия антропометрических показателей между представителями различных видов спорта. Так, мужчины в видах спорта III A и III C, имели очень близкие антропометрические характеристики, что несвойственно атлетам прямо противоположных групп видов спорта, представителями которых они являются. То же самое касается видов спорта II A и II C. Только, между видами спорта I A и I C есть различия в антропометрических показателях, что неудивительно, учитывая априори низкий уровень нагрузок у атлетов первой A группы, что делает ее стоящей особняком среди других групп.

Действительно, классификация Mitchel J.H, в некоторых случаях, на наш взгляд, произвольно относит некоторые виды спорта к представителям той или иной групп, а основным мотивом является суждение автора или большинства, опирающиеся на весьма слабые, или локальные объективные данные. Так, самый популярный вид спорта, каким является футбол, является представителем игровых видов спорта, для которых типичным является интермиттирующий тип активности, подчёркиваемый большинством авторов, ставящих игровые дисциплин особняком.

В классификации Mitchell J. этот факт не нашёл своего отражения, а игровые виды спорта рассеяны по нескольким классифицирующим ячейкам. В тоже время, в классификации A. Pelliccia (2018) они образуют, т.н. «смешанные» виды спорта.

Кроме того, сами игровые виды спорта, представляются весьма неоднородными. Так, футбол имеет преимущественно разный стиль исполнения в различных странах. Например, в США, откуда родом сам автор классификации, и где Европейский футбол является не самым

популярным видом спорта, могут отсутствовать жёсткие единоборства, особенно, в сопоставлении с Американским футболом, самым популярным видом спорта в этой стране.

Кроме того, футболисты разделяются по амплуа. Так, самыми выносливыми являются крайние хавбеки, физиология физической работы которых существенно отличается, например, от центральных защитников, нападающих таранного типа и вратарей.

Именно, гетерогенность и противоречивость во многих аспектах классификации Mitchel J.H, может не позволить отследить закономерности физиологических реакций атлетов. Кроме того, это, с нашей точки зрения, лишает её каких-либо преимуществ перед уже имеющимися классификациями.

Действительно, одной из существенных черт нашего времени является большое количество видов спорта с множеством различных амплуа и тактик, трудно поддающихся учёту, и формирующих большую гетерогенность уровня АД, даже в схожих спортивных дисциплинах. Так, по данным H. M. Berge H.M. et al. (2015), среднее систолическое АД колеблется у атлетов на уровне от от 109 ± 11 мм рт.ст. до 138 ± 7 мм рт.ст., а среднее диастолическое АД - от 57 ± 12 мм рт.ст. до 92 ± 10 мм рт.ст. У атлетов, тренирующих, преимущественно, силу, АД было выше, чем у атлетов, тренирующих, преимущественно, выносливость (131,3 ± 5,3 мм рт.ст. / 77,3 ± 1,4 мм рт.ст. против 118,6 ± 2,8 мм рт.ст. / 71,8 ± 1,2 мм рт.ст (P <0,05). Также, тенденция к более высокому АД наблюдалась у атлетов, тренирующихся ≥10 ч по сравнению с другими (121,8 ± 3,8 мм рт.ст. / 73,8 ± 2,5 мм рт.ст. против 117,6 ± 3,3 мм рт.ст. / 66,8 ± 6,9 мм рт.ст. (p=0,058) [46].

Обсуждение концепции верхнего лимита артериального давления в нагрузочном тесте.

По данным Jothi K., верхней границей нормотензивной реакции в нагрузочном тесте стоит считать систолическое АД 180 мм рт.ст. В тоже время, реакция диастолического АД на нагрузку представляется менее информативной, учитывая среднюю динамику ДАД в тесте около 10 мм рт.ст. [70].

В исследовании Katharine Currie верхними значениями нормотензивной реакции систолического АД у атлетов предложено считать 190 мм рт.ст., у женщин и 210 мм рт. ст. у мужчин. При этом, уровень диастолического АД в качестве критерия не предложен.

По мнению Stefano Caselli, верхний предел нормотонической реакции систолического артериального давления составляет 200 мм рт.ст. для женщин и 220 мм рт.ст. для мужчин. Для диастолического артериального давления эти цифры имеют значение, соответственно, 80 мм рт.ст. и 85 мм рт.ст. Атлетов, превосходивших эти параметры насчитывалось около 7,5% [49].

В нашем исследовании мы получаем схожие значения, а, именно, наличие пикового систолического давления в тесте свыше 200 мм рт.ст. чуть выше, чем у 10% атлетов. Динамику диастолического АД, в силу особенностей физиологии и регистрации этого показателя, мы считаем низку валидной, и в качестве критерия не использовали [51].

Caselli S. наблюдал признаки более частого ремоделирования миокарда у лиц с гипертензивной реакцией на нагрузку, что подтверждается, в той или иной степени нашим исследованием [49].

Однако, как справедливо отмечают Schultz M. G. и La Gerche A., нет достаточных доказательств, что имеющиеся признаки ремоделирования, свойственные лицам с гипертензивной реакцией на нагрузку, являются патологическими [115]. Более того, в исследовании Currie K., у индивидуумов с гипертензивным ответом в тесте подобных явлений не наблюдалось в принципе [51]. Caselli S. же, в своем исследовании наблюдал более высокий уровень работоспособности у данной группы лиц [49]. Более того, никто из исследователей, в том числе, в силу вышеназванных обстоятельств, не определяет верхний лимит, детерминирующий

патологический ответ АД в нагрузочном тесте. Имеющиеся же цифры в методических указаниях и руководствах носят, скорее, не доказательный, а эмпирический аспект, и приняты общим соглашением экспертов. Так, например, по общему правило, уровень АД на нагрузку выше 250/115мм рт.ст, считается опасным и является критерием прекращения теста [105, 56].

Причины менее достоверных различий по диастолическому артериальному давлению.

В исследовании обращает на себя внимание отсутствие каких-либо достоверных различий между группами исследуемых в отношении ДАД во время нагрузочного теста и восстановительного периода. Разница отсутствует даже там, где она должна объективно наблюдаться, - например, между атлетами мужского и женского возраста одинаковых групп видов спорта. В то же время, в отношении САД при нагрузке и в восстановительном периода прослеживается ряд закономерностей и достоверных различий между группами.

Причину этого факта можно объяснить, исходя из физических и физиологических закономерностей, лежащих в основе регистрации АД.

Известно, что существует V фаз тонов Короткова:

I фаза – появление тонов,

II фаза – появление систолических компрессионных шумов,

III фаза – смена тонов на громкие,

IV фаза – ослабление тонов,

V фаза – исчезновение тонов,

Величина давления, при котором появляется 1 тон, соответствует САД (1 фаза тонов Короткова); величина давления, при котором происходит исчезновение тонов (5 фаза тонов Короткова) соответствует ДАД.

Однако, у детей, подростков и молодых людей сразу после физической нагрузки, у беременных и при некоторых патологических состояниях у взрослых, когда

невозможно определить 5 фазу, следует попытаться определить 4 фазу тонов Короткова, которая характеризуется значительным ослаблением тонов.

Таким образом, в нагрузочном тесте за стандарт регистрации ДАД принята IV фаза (приглушения тонов), которая не может быть определена с той же точностью, что и САД, или, ДАД в покое, которые подкреплены более объективными критерииями (появление, либо, сответственно, исчезновение тонов).

Следует отметить, что в качестве возможной причина артериальной гипертензии может выступать синдром перетренированности атлета.

В физиологии спорта существуют понятие перетренированности и синдрома перетренированности (англ. ”overtraining syndrome”).

Известно, что артериальная гипертензия и гипертензивные реакции в ответ на кумуляцию физических нагрузок и других сопутствующих воздействий, могут быть одними из составляющих синдрома перетренированности. Действительно, основополагающим в классификации перетренированности (overtraining syndrome) является соотношение процессов автономной (вегетативной) регуляции. Одной из фаз является симпатическая (адреналовая) фаза, вслед за которой часто развивается парасимпатическая.

Считается, что симпатическая фаза, в отличие от парасимпатической, обязательна и неминуема. Фаза симпатической гиперактивности, в ряде случаев, является кратковременным преходящим эпизодом перед т.н. «истощением вегетативной нервной системы», с трансформацией в парасимпатическую фазу [61, 67]. Однако, во многих случаях наблюдаются стойкие выраженные признаки симпатического типа [Fry, 1995].

Ключевым итоговым моментом является снижение соотношения “тестостерон/кортизол” и мышечной работоспособности в результате неадекватной продукции стрессорных гормонов и повышенной чувствительности к ним органов и тканей. Очень важно, что все это способно проявиться в ходе нагрузочных функционально-диагностических исследований [55,59].

Перетренированность затрагивают миокард, с развитием мокардиодистрофии с последующими проявлениями на ЭКГ, и изменением реакции на экстрастимулы. Часто обнаруживаются сниженные показатели работоспособности и функциональной готовности. Достаточно высокочувствительным и специфичным параметром является снижение скорости восстановления по пульсу после нагрузок, что также наблюдалось в нашем исследовании. Также, как упомянуто выше, в нашем исследованиии, изменения реполяризации и нарушения ритма отмечались чаще у лиц, имевших пиковое систолическое АД в тесте выше 200 мм рт.ст., что вполне согласуется с гипотезой о возможном симпатическом типе перегрузок, или, даже, симпатическом типе перетренированности. Однако, показатели пиковой аэробной работоспособности (пиковое-максимальное потребление кислорода, пиковый-максимальный кислородный пульс нагрузки, расчетный минутный и ударный объемы сердца и др.) были выше у атлетов, имеющих более высокий уровень САД в тесте, что не совсем подтверждает гипотезу.

Все становится на свои места при рассмотрении, т.н., «реактивности АД» и показателей аэробной эффективности, или, показателей на уровне анаэробного порога. Тренд этих параметров в нашем исследовании не идёт параллельно абсолютным показателям работспособности, и не является более высоким у лиц с высоким пиковым САД.

Также, логично предположить, что атлеты, обладающие более высокими потенциями, имеют более высокую склонность к развитию явлений перегрузок и перетренированности, которые наблюдаются в исследовании.

Отношение к концентрической гипертрофии левого желудочка спортсмена.

Как уже было упомянуто, в нашем исследовании, тем не менее, не наблюдалось существенной разницы в работоспособности атлетов, не имеющих и имеющих признаки концентрического ремоделирования.

Однако, следует помнить о том, что сердце является «органом-мишенью» при гипертонической болезни и объектом ремоделирования при физических нагрузках, опосредуемым гемодинамическими воздействиями. Поэтому, важным является установление закономерностей гипертрофии миокарда, связанного с особенностями внешних воздействий и особенности физиологии атлета.

Учитывая, что концентрическая гипертрофия физиологически не способствует генерации высокого ударного и минутного объёма, типичного для аэробного метаболизма, свойственного большинству видов спорта, а также, вследствие ряда других причин (снижение резервных возможностей перфузии и метаболизма сердечной мышцы), она рассматривается, в большинстве случаев, в качестве патологического ремоделирования миокарда. Этот факт служит причиной настороженности клиницистов и спортивных врачей при диагностике вышеуказанного состояния. Однако, следует упомянуть о том, что в последние десятилетия было предложено такое понятие, как «сердце тяжелоатлета», являющегося особой формой спортивного сердца с картиной концентрической гипертрофии левого желудочка. Триггерным механизмом её формирования слудует считать повышенную постнагрузку в скоростно-силовых видах спорта, развивающаяся как следствие высокого давления крови во время преимущественно изометрической тренировки и максимальной силовой нагрузки. Вместе с тем, по некоторым данным, у атлетов-силовиков относительная толщина стенки (отношения между толщиной стенок левого желудочка и LV EDD) не превышает 43% (в отдельных случаях до 45%) [102, 121]. Интересно также, что концентрическая гипертрофия левого желудочка, часто сопровождающаяся нарушением диастолической функции, может быть вызвана приёмом анаболических андрогенных стероидов, способных её индуцировать. Поэтому, со всех позиций выгоднее считать, что случаи утолщения стенок камер сердца в сочетании с нормальным размером левого желудочка у атлетов являются примером патологической гипертрофии в результате таких состояний, как

артериальная гипертензия, кардиомиопатии, аортальный стеноз, злоупотребление анаболическими стероидами, и др.

Следует также упомянуть в связи с этим, наличие так называемой, серой зоны («gray zone»), пограничной с гипертрофической кардиомиопатией (ГКМП), характерной для концентрической трансформации миокарда, т.к. сочетание небольшого размера левого желудочка (LV EDD< 50 мм) с утолщением стенок камер (> 13 мм), не может быть расценено как физиологическое спортивное ремоделирование. В этих случаях, в большинстве своём, нарушена также и диастолическая функция. Локализованные формы гипертрофии также не являются типичными для спортивного сердца.

Были выявлены значимые различия между ударным и минутным объёмом сердца, которые оказались значимо ниже у атлетов с концентрической гипертрофией. В этом случае, скорее всего, причинным фактором являются уже наступившие концентрические изменения миокарда, а функциональные проявления вторичны. Хотя, одной из причин наступившей концентрической трансформации, в свою очередь, является отсутствие потребности в объёмных перегрузках, и их ремоделирующего влияния в сторону эксцентрической трансформации.

Следует отметить, что средние цифры САД в покое, были достоверно выше у атлетов с концентрической гипертрофией, причём, это тесно согласуется с данными в общей популяции, где при уровне АД от 115/75 мм рт. ст. берут начало прогрессирующие изменения сердечно-сосудистой системы, которые проявляются при достаточном времени персистирующе повышенного САД. Поэтому, вполне закономерно, что средний возраст атлетов с концентрическими изменениями выше, чем у лиц, их не имеющих.

ВЫВОДЫ

1. В современной российской популяции спортсменов сохраняется более низкий уровень систолического и диастолического артериального давления, в сравнении с популяцией физически неактивных лиц, сопоставимых по полу и возрасту, укладывающийся, однако, в границы нормотензии, тогда как классическая гипотензия, присутствующая у спортсменов прошлых лет, не характерна.
2. Выявлена низкая склонность к артериальной гипертензии у мужчин и женщин в видах спорта, сопряженных с высоким уровнем кардиореспираторной выносливости, что отражено в Европейской классификации видов спорта Pelliccia A. et al. (2017) ; классификация Mitchell J.H. (1990), делящая виды спорта с позиций преимущественного типа перегрузки миокарда, на дает значимых различий по уровню артериального давления, согласно устанавливаемых ею градаций спортивных дисциплин.
3. Наиболее высокий уровень артериального давления в покое и его реакция на нагрузку характерны для видов спорта, требующих силы, большой массы и роста (тяжелая атлетика, баскетбол, гандбол), а также в видах спорта, связанных с перенапряжением деятельности нервной системы (стендовая стрельба).
4. Гендерные гемодинамические различия проявляются более низким уровнем артериального давления в покое и его менее выраженной реакцией на нагрузку у спортсменов женского пола, за исключением видов спорта, требующих высоких скоростно-силовых качеств (гандбол).
5. Одним из ключевых клинико-функциональных предикторов синдрома артериальной гипертензии в популяции спортсменов следует признать уровень нарастания систолического артериального давления в пересчете на единицу нарастания мощности.
6. К предикторам синдрома артериальной гипертензии у спорстмена следует отнести массу тела, имеющую высокую прямую достоверную корреляцию с

уровнем диастолического артериального давления в покое, и рост, имеющий высокую прямую достоверную корреляцию с пиковым систолическим артериальным давлением в тесте.

7. Около 10% спортсменов имеет неблагоприятный концентрический (гипертензивный) тип ремоделирования, наиболее часто встречающийся у атлетов, имеющих достоверно более высокий уровень артериального давления в покое, чем у сопоставимых по полу и возрасту лиц такого же уровня спортивной подготовки.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При оценке реакции артериального давления на нагрузку у спорстменов, использовать современную Европейскую классификацию Pelliccia A. (2018).

2. При оценке динамики роста артериального давления в процессе выполнения нагрузочного тестирования использовать производные показатели: уровень роста артериального давления на единицу мощности нагрузки (т.н., «реактивность артериального давления»), имеющую тесную корреляцию с уровнем гипертрофии миокарда.

3. Осуществлять динамическое наблюдение спорстменов с концентрическим ремоделированием миокарда, схожим с гипертензивным ремоделированием.

4. Осуществлять динамическое наблюдение за спорстменами в видах спорта, требующих силы, большой массы и роста (тяжелая атлетика, баскетбол, гандбол), а также в видах спорта, связанных с перенапряжением деятельности нервной системы (стендовая стрельба), предрасположенных к артериальной гипертензии и патологическому ремоделированию миокарда.

5. Акцентировать внимание на оценке реакции артериального давления в видах спорта на выносливость по A. Pelliccia (2018 г.), в частности в биатлоне и лыжных гонках, так как высокое и быстрое нарастание АД является непривычным для данных групп видов спорта и может служить ранним маркером патологических изменений.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АВ – атриовентрикулярный (-ая);

АД – артериальное давление;

БИА – биоимпедансный анализ;

ВСС – внезапная сердечная смерть;

ГКМП – гипертрофическая кардиомиопатия;

ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка;

ДАД – диастолическое артериальное давление;

ЖЕЛ – жизненная ёмкость лёгких;

ИБС – ишемическая болезнь сердца;

КДО – конечный диастолический объём;

КСО – конечный систолический объём;

ЛЖ – левый желудочек;

МЖП – межжелудочковая перегородка;

МОК – минутный объем крови;

МОС - минутный объем сердца;

МРТ – магнито-резонансная томография;

НБПНПГ – неполная блокада правой ножки пучка Гиса;

ОПСС – общее периферическое сосудистое сопротивление;

ПЖ – правый желудочек;

САД – систолическое артериальное давление;

СВ – сердечный выброс;

СИ – сердечный индекс;

СКМП – стрессорная кардиомиопатия;

СРРЖ – синдром ранней реполяризации желудочков;

УЗИ – ультразвуковое исследование;

УИ – ударный индекс;

УМО – углубленное медицинское обследование;

УО – ударный объем сердца;

ФВ – фракция выброса;

ЧДД – частота дыхательных движений.

ЭКГ – электрокардиография.

ЭхоКГ – эхокардиография;

АТ (ПАНО) – порог анаэробного обмена;

Bfmax – максимальная частота дыхания;

BMI – индекс массы тела;

HR–- частота сердечных сокращений;

HRAT – частота сердечных сокращений на уровне анаэробного порога;

HR max– максимальная частота сердечных сокращений;

MVV- максимальная лёгочная вентиляция;

PWC (physical working capacity) – мощность нагрузки, выполняемой на данном показателе частоты сердечных сокращений;

VC = ЖЕЛ - жизненная ёмкость лёгких;

VO2AT – потребление кислорода на уровне анаэробного порога (мл);

VO2AT/кг – потребление кислорода на уровне анаэробного порога в пересчете на килограмм массы тела (мл/кг);

VO2max (МПК) – максимальное потребление кислорода (мл);

VO2max/кг – максимальное потребление кислорода в пересчете на килограмм массы тела (мл/кг);

RERmax- максимальный дыхательный коэффициент;

VT – объём дыхания;

W – мощность нагрузки;

Wmax и Wmax/кг (Вт/кг) – максимальная мощность абсолютная ,и в пересчете на массу тела ;

WAT – мощность нагрузки на уровне анаэробного порога (Вт);

W total –работа в тесте

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова, Т. Ф. Лабильные компоненты массы тела - критерии общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам / Т. Ф. Абрамова, Т. М. Никитина, Н. И. Кочеткова: методические рекомендации. – Москва: Скайпринт, 2013. - 132 с.
2. Александров, А. А. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков / А. А. Александров, О. А. Кисляк, И. В. Леонтьева // Системные гипертензии. - 2020. - № 17 (2). – С. 7–35. - DOI 10.26442/2075082X.2020.2.200126.
3. Афанасьева, И. А. Синдром перетренированности у спортсменов: эндогенная интоксикация и факторы врождённого иммунитета / И. А. Афанасьева, В. А. Таймазов // Учёные записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2011. - № 12 (82). – С. 24-30.
4. Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С., Хохлова М.Н., Пачина А.В., Выборнов В.Д. Синдром перетренированности как функциональное расстройство, обусловленное физическими нагрузками. Российский кардиологический журнал. 2018. Т.23, №6, с. 180-190
5. Бойцов, С.А., Колос, И.П., Лидов, П.И., Смоленский, А.В. и др. Национальные рекомендации по допуску спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы к тренировочно-соревновательному процессу// Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии.-2011.- №6.-С.4-60
6. Бондарев, С.А. Клинико-инструментальные особенности аритмического варианта клинического течения стрессорной кардиомиопатии при хроническом профессиональном физическом и психоэмоциональном перенапряжении// Вестник аритмологии.- 2012.- 67.-С.45-49.

7. Василенко, В. С. Факторы риска и заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов / В. С. Василенко, М. Я. Левин. – Санкт-Петербург : СпецЛит, 2016. - 206 с.
8. Вилков В.Г., Шальнова С.А., Муромцева Г.А., Баланова Ю.А., Капустина А.В., Евстифеева С.Е., Имаева А.Э., Константинов В.В. Уровень артериального давления в популяциях Российской Федерации и Соединенных Штатов Америки в тридцатилетней Перспективе// Профилактическая медицина.-2017.-№5.- С.42-46 .https://doi.org/10.17116/profmed201720542-46
9. Волков , Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко. - Киев: Олимпийская литература. – 2000. - 503 с.
10. Выборнов В.Д., Никитюк Д.Б., Бадтиева В.А., Сорокин А.А. Сравнительный анализ физического развития юношей-самбистов и нормативных показателей подростков, не занимающихся спортом. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018.т.7. №4. с. 33-39.
11. Граевская, Н. Д. Ещё раз к проблеме «спортивного сердца» / Н. Д. Граевская, Г. А. Гончарова, Г. Е. Калугина // Теория и практика физической культуры. – 1999. – № 4. – С. 14.
12. Граевская, Н. Д. Спортивная медицина: курс лекций и практические занятия / Н. Д. Граевская, Т.И. Долматова. - Москва: Советский спорт, 2004. - 304 с.
13. Дембо, А. Г. Влияние хронического физического перенапряжения на организм спортсмена / А. Г. Дембо // Теория и практика физической культуры. – 1976. - № 3. – С. 21 – 23.
14. Дембо, А. Г. Спортивная кардиология / А. Г. Дембо. - Москва: Медицина,1989. - 464 с.
15. Дубровский, В. И. Спортивная медицина / В. И. Дубровский. – Москва: ВЛАДОС, 2002. - 512 с.
16. Ерин А. М. Эпидемиология артериальной гипертензии в Российской Федерации – важность выбора критериев диагностики / О. П. Ротарь, В. Н.

Солнцев // Кардиология. – 2019. - № 59 (6). – С. 5. - https://doi.org/10.18087/cardio.2019.6.2595

17. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология / Э. В. Земцовский: Гиппократ, 1995. - 448 с.
18. Иванова Ю.М. Структурные и функциональные особенности сердца спортсмена в современном хоккее: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : Москва, 2018. - 24 с.
19. Карпман В. Л. Спортивная медицина / В. Л. Карпман. – Москва: Физкультура и спорт, 1987. - 304 с.
20. Киндерманн В., Шараг Й. Физиологическая гипертрофия сердца («спортивное сердце»). Лечебная физкультура и спортивная медицина; 2015; 4 (130); с. 39-47.
21. Кобалава, Ж.Д. Конради А.О., Недогода С.В., Шляхто Е.В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2020.- Российское кардиологическое общество. https://russjcardiol.elpub.ru ISSN 1560-4071 (print) doi:10.15829/1560-4071-2020-3-3786
22. Коц Я.М. Спортивная физиология/ Лениград: Медицина, 1986.- 256 с.
23. Ландырь, А. П. Тесты с дозированной физической нагрузкой в спортивной медицине / А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов, И. Б. Медведев. – Москва: Спорт, 2019. - 256 с.
24. Ларин, О. С. Интенсивность тренировочной и соревновательной деятельности квалифицированных игроков в американский футбол / О. С. Ларин // Вестник ТТУ, 2013. - № 6. – С. 93-96.
25. Ларин, О. С. Физическая подготовка игроков в американский футбол высокой квалификации, специализирующихся в различных амплуа нападения: автореф. дис. ... канд. пед. наук / О. С. Ларин. - Малаховка, 2005.
26. Ларин, О. С. Количественно-качественные показатели соревновательной деятельности в американском футболе / О. С. Ларин, Левин В. С. // Материалы XXVI научно-методической конференции профессорско-

преподавательского и научного состава Московской государственной академии физической культуры. – Малаховка : [б. и.], 2005. – Вып. 3. – С. 20-25.

27. Летунов, С. П. Методика врачебно-педагогических наблюдений / С. П. Летунов, Р. Е. Мотылянская, Н. Д. Граевская. - Москва: Физкультура и спорт, 1962. - 400 с.
28. Макаров, Л. М. Спорт и внезапная смерть у детей / Л. М. Макаров // Российский вестник перинатологии и педиатрии. - 2017. - т. 62. - № 1. – С. 40–46. -DOI: 10.21508/1027–4065–2017–62–1–40–46.
29. Макарова, Г. А. Спортивная медицина / Г. А. Макарова. - Москва: Советский спорт, 2003. - 480 с.
30. Макарова, Г. А. Синдром перетренированности у спортсменов / С. Н. Волков, С. А. Локтев, Т. В. Бушуева // Спортивная медицина. - 2014. - № 1. – С. 11-22.
31. Макарова Г. А., Синдром перетренированности у спортсменов / С. Н. Волков, С. А. Локтев, Т. В. Бушуева // Спортивная медицина. - 2014. - № 2. – С. 54-62.
32. Мартиросов, Э. Г. Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. - Москва: Наука, 2006. - 248 с.
33. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И. Гипертония и физическая активность. Медицина и спорт; 2005;1; с. 15-16.
34. Павлов В.И. Физиологические закономерности в трактовке данных углубленного медицинского обследования спортсмена: на примере футбола: автореферат дисс. ... доктора медицинских наук - Москва, 2010. - 40 с
35. Павлов В.И., Мазеркина И.А., Орджоникидзе З.Г.. в Кардиология : национальное руководство под ред. Беленкова Ю.Н., Оганова Р.Г.; Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 1232 с.; CD-ROM-приложение.

36. Роженцов, В. В. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования / В. В. Роженцов, М. М. Полевщиков. - Москва: Советский спорт, 2006. - 280 с.
37. Романов, М. И. Проблема перетренированности и система восстановления работоспособности хоккеистов: учебное пособие / М. И. Романов. - Омск: СибГУФК, 2008. - 80 с.
38. Фарфель, В. С. Курс физиологии человека: учебник / В. С. Фарфель. - Москва; Ленинград: Физкультура и спорт, 1941. - 367 с.
39. Фарфель, В. С. Управление движениями в спорте / В. С. Фарфель. - Москва: Советский спорт, 2011. - 201 с.
40. Фарфель, В. С. Физиология спорта / В. С. Фарфель. - Москва : Физкультура и спорт, 1960. - 384 с.
41. Хохлова М.Н. Применение физических факторов в коррекции синдрома перетренированности спортсменов: автореферат дис. ... кандидата медицинских наук : Москва, 2018. - 24 с.
42. Циммерман, Ф. Клиническая электрокардиография / Ф. Циммерман. - Москва: Бином, 2021. - 424 с.
43. Шарыкин А.С. Субботин П.А., Павлов В.И., Бадтиева В.А., Трунина И.И., Попова Н.Е., Шилыковская Е.В. Эхокардиографический скрининг детей и подростков при допуске к занятиям спортом. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2016.т.61. №1. С.71-79
44. Щуров, В. А. Размеры тела и уровень артериального давления / В. А. Щуров // Успехи современного естествознания. - 2015. - № 9-2. - С. 264-268.
45. Berge H.M., Andersen T.E., Solberg E.E., Steine, K. High ambulatory blood pressure in male professional football players. Br J Sports Med 2013; 4: 521–5
46. Berge, H.M., Isern C. B., Berge E. Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review. Br J Sports Med. 2015 Jun;49(11):716-23. doi:10.1136/bjsports-2014-093976. Epub 2015 Jan 28.

47. Black, H.R, Sica, D, Ferdinand, K, White, W.B. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular rabnormalities: Task Force 6: hypertension: a Scientific Statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. Circulation 2015;132: e298–e302.
48. Bobrie, G., Clerson, P., Menard, J., Postel-Vinay, N., Chatellier, G., Plouin, P.F. Masked hypertension: a systematic review. J Hypertens 2008; 26:1715–1725.DOI https://doi.org/10.1007/s40279-018-01044-y
49. Caselli, S., Vaquer Segui, A., Quattrini, F., Di Gacinto, B., Milan, A., Assorgi, R., Verdile, L., Spataro, A., Pelliccia, A. Upper normal values of blood pressure response to exercise in Olympic athletes. Am Heart J 2016;177:120–128.
50. Chobanian, AV, Bakris, GL, Black, HR, et al. Seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. Hypertension 2003;42:1206–52.
51. Currie, K.D., Sless, R.T., Notarius, C.F., Thomas, S.G., Goodman J.M. Absence of resting cardiovascular dysfunction in middle-aged endurance-trained athletes with exaggerated exercise blood pressure responses. August 2017, Volume 35 (8), p 1586–1593 doi:10.1097/HJH.0000000000001365
52. De Innocentiis, C., Ricci, F.; Mohammed, Y. K.; Nay, A.; Claudio, T.; Verrengia, E; Petersen, S. E.; Gallina, S.Authors' Reply to Kindermann et al.'s Comment on : "Athlete's Heart: Diagnostic Challenges and Future Perspectives". /In: Sports Medicine, 08.01.2019. Ausgabe 3/2019
53. Decroix, L., Piacentini, M.F., Rietjens, G., Meeusen, R. Monitoring Physical and Cognitive Overload During a Training Camp in Professional Female Cyclists. Int J Sports Physiol Perform. 2016 Oct; 11 (7): 933-9.
54. Fagard, R.H. Athletes with systemic hypertension. Cardiol Clin 2007;25:441–448, vii.
55. Fellman, N. Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise. Sports Med 1992; 13 (1): 37-49.

56. Fletcher, G.F., Ades, P.A., Kligfield, P., Arena, R., Balady, G.J., Bittner, V.A., et al..American Heart Association Exercise CR, Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology CoNPA, Metabolism CoC, Stroke N, Council on E and Prevention. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2013;128:873–934.

57. Flynn, J.T., Kaelber, D.C., Baker-Smith, C.M., Blowey, D., Carroll, A.E., Daniels, S.R., de Ferranti, S.D., Dionne, J.M., Falkner, B., Flinn, S.K., Gidding, S.S., Goodwin, C., Leu, M.G., Powers, M.E., Rea, C., Samuels, J., Simasek, M., Thaker, V.V., Urbina, E.M. Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. Pediatrics 2017;140:e20171904.

58. Franklin, S.S., Thijs, L., Hansen, T.W., Li Y., Boggia, J., Kikuya, M., et al., International Database on Ambulatory Blood Pressure in Relation to Cardiovascular Outcomes Investigators. Significance of white-coat hypertension in older persons with isolated systolic hypertension: a meta-analysis using the International Database on Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Relation to Cardiovascular Outcomes population. Hypertension 2012; 59:564–571.

59. Fry, A.C., Kraemer, W.J., Stone, M.H., et al. Endocrine responses to overreaching before and after 1 year of weightlifting. Can J Appl Physiol 1994; 19 (4): 400-10.

60. Fry, A.J., Steinacker, J.M., Meussen, R. Endocrinology of overtraining. From: KraemerWilliam J., Rogol Alan D. (eds) The Endocrine System in Sports and Exercise. Wiley.Blackwell; Malden, MA; Oxford, 2005: 578.99.

61. Fry, R., Morton, A., Keast, D. Overtraining in athletes: An update. Sports Med.; 1991; 12:32-65.

62. Gallagher, K.M., Raven, P.B., Mitchell JH. Classification of sports and the athlete’s heart. In: Williams RA, editor. The Athlete and Heart Disease: Diagnosis, Evaluation and Management. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 1999:9 –21.

63. Gender in Sports: Male Athletes Encyclopedia.com. https://www.encyclopedia.com/sports/sports-fitness-recreation-and-leisure-magazines/gender-sports-male-athletes. 20.06.2021
64. Gray, L., Lee, I.M., Sesso, H.D., et al. Blood pressure in early adulthood, hypertension in middle age, and future cardiovascular disease mortality: HAHS (Harvard Alumni Health Study). J Am Coll Cardiol 2011;58:2396–403.
65. Hawley, C.J., Schoene, .R.B. Overtraining syndrome. A guide to diagnosis, treatment, and prevention. The physician and sport medicine; 2003; 31 (6): 25-31. DOI: 10.3810/psm.2003.06.396.
66. Henschen, S.E. Skidlauf und Skidwettlauf. Eine medicinische Sportstudie. Jena, Verag von Gustav Fischer;1899; 75.
67. Heyes, M.P., Garnett, E.S., Coates, G. Central dopaminergic activity influences rats ability to exercise. Life Sci 1985; 36 (7): 671-7.
68. http://www.mkb-10.com 20.06.2021
69. Jordalen, G., Lemyre, P.N., Durand-Bush, N. Exhaustion Experiences in Junior Athletes: TheImportance of Motivation and Self-Control Competencies. Front Psychol. 2016 Nov 24;7: 1867.
70. Jothi, K., Subradeepan, A., Vinu, W., Singh, Y. Wise Blessed. Arterial blood pressure response and heart rate response to exercise. Recent Research in Science and Technology 2011, 3(2): 77-79.
71. Karpinos, A.R., Roumie, C.L., Nian, H., et al. High prevalence of hypertension among collegiate football athletes. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 2013; 6:716.
72. Kerney, P.M., Whelton, M., Reynolds, K. et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. Lancet 2005; 365: 217–23.
73. Kindermann, W. Das Sportherz. Dtsch Z Sportmed. 2000;51:307-308.
74. Kindermann, W., Scharhag, J. Das Afrikanische/Afrokaribische Sportherz. Dtsch Z Sportmed. 2016; 67: 18-22
75. Kindermann, W., Scharhag, J. Die physiologische Herzhypertrophie (Sportherz). Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. 2014;2014(12):327-32.

76. Klabunde, R. E. Cardiovascular Physiology Concepts Wolters Kluwer Health; 3rd edition; 2021; p. 276

77. Laukkanen, J.A., Jennings, J.R., Kauhanen, J., Makikallio, T.H., Ronkainen, K., Kurl, S. Relation of systemic blood pressure to sudden cardiac death. Am J Cardiol 2012; 110:378–382.

78. Laukkanen, J.A., Khan, H., Kurl, S., Willeit, P., Karppi, J., Ronkainen, K., Di Angelantonio. Left ventricular mass and the risk of sudden cardiac death: a population-based study. J Am Heart Assoc 2014;3:e001285.

79. Leddy, J.J., Izzo, J. Hypertension in athletes. J Clin Hypertens (Greenwich). 2009Apr;11(4):226-33.doi:10.1111/j.1751-7176.2009.00100.

80. Lehman, S.B., Ravich, S.J. Closed head injuries in athletes. Clin.Sport.Med. 1990; 9; 247-261

81. Levy, B. Microcirculation in hypertension: therapeutic implications and perspectives. Medicographia. 1999; Vol.21.

82. Lurbe, E. Agabiti-Rosei, E., Cruickshank, J.K., Dominiczak, A. Erdine, S., Hirth, A., Invitti, C., Litwin, M., Mancia, G., Pall, D., Rascher, W., Redon, J., Schaefer, F., Seeman, T., Sinha, M., Stabouli, S., Webb, N.J., Wuhl, E., Zanchetti, A. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. J Hypertens 2016;34:1887–1920.

83. Mahmood, S.S., Levy, D.,Vasan, R.S., Wang, T.J.The Framingham Heart Study and the Epidemiology of Cardiovascular Diseases: A Historical Perspective. Lancet. 2014 Mar 15; 383(9921): 999–1008.

84. Malhotra, R., West, J.J., Dent, J., et al. Cost and yield of adding electrocardiography to history and physical in screening Division I intercollegiate athletes: A 5-year experience. Heart Rhythm 2011;8:721–7.

85. Mancia, G., Bombelli, M., Cuspidi, C., Facchetti,R., Grass, G. Cardiovascular risk associated with white-coat hypertension: pro side of the argument. Hypertension 2017; 70:668–675.

86. Mancia, G, Fagard, R, Narkiewicz, K, Redon, J, Zanchetti, A, Bohm, M, Christiaens, T, Cifkova, R, De Backer, G, Dominiczak, A, Galderisi, M, Grobbee, DE, Jaarsma, T, Kirchhof, P., Kjeldsen, S.E., Laurent, S., Manolis, A.J., Nilsson, P.M., Ruilope, L.M., Schmieder, R.E., Sirnes, .P.A., Sleight, P., Viigimaa, M., Waeber, B., Zannad, F., Burnier, M., Ambrosioni, E., Caufield, M., Coca, A., Olsen, M.H., Tsioufis, C., van de Borne, P., Zamorano, JL., Achenbach, S., Baumgartner, H., Bax ,J.J., Bueno, H., Dean, V., Deaton, C., Erol, C., Ferrari, R., Hasdai, D., Hoes, A.W., Knuuti, J., Kolh, P., Lancellotti, P., Linhart, A., Nihoyannopoulos, P., Piepoli, M.F., Ponikowski, P., Tamargo, JL., Tendera, M., Torbicki, A., Wijns, W., Windecker, S., Clement, D.L., Gillebert ,T.C., Rosei, E.A., Anker, S.D., Bauersachs, J., Hitij, J.B., Caulfield, M., De Buyzere, M., De Geest, S., Derumeaux, G.A., Erdine, S., Farsang, C., Funck-Brentano, C., Gerc,V., Germano, G., Gielen,S., Haller, H., Jordan, J., Kahan, T., Komajda, M., Lovic, D., Mahrholdt, H., Ostergren,J., Parati, G., Perk, J., Polonia, J., Popescu, B.A., Reiner, Z., Ryden, L., Sirenko, Y., Stanton, A., StruijkerBoudier, H., Vlachopoulos, C., Volpe, M., Wood, D.A. 2013 ESH/ESC guidelines for the management of arterial hypertension: the Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). Eur Heart J 2013;34:2159–2219.

87. Maron, B.J., Zipes, D.P. et al. 36th Bethesda Conference Eligibility Recommendations for Competitive Athletes with Cardiovascular Abnormalities (2004). Journal of the American College of Cardiology. 2005. V. 45. № 8

88. Meeusen, R., Duclos, M., Foster, F.C., et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). European Journal of Sport Science, 2013; 13 (1): 1-24. DOI: 10.1080/17461391.2012.730061.

89. Mills, K.T., Bundy, J.D., Kelly, T.N., Reed, J.E., Kearney, P.M., Reynolds, K., Chen, J., He, J. Global disparities of hypertension prevalence and control: a

systematic analysis of population-based studies from 90 countries. Circulation 2016;134:441–450.

90. Mills, K.T., Stefanescu, A. & He, J. The global epidemiology of hypertension. Nat Rev Nephrol 16, 223–237 (2020). https://doi.org/10.1038/s41581-019-0244-2
91. Mitchell, J.H., Haskell, W.L., Raven ,P.B. Classification of sports. JACC Vol. 24, N 4; 1994:845-99.
92. Mitchell, J.H., Hefner, L.L., Monroe,R.G. Performance of the left ventricle. Am J Med 1972;53:481–94.
93. Mitchell, J.H., Raven, P.B. Cardiovascular adaptation to physical activity. In: Bouchard, C., Shephard,RJ., Stephens, T., editors. Physical Activity, Fitness and Health: International Proceedings and Consensus Statement. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. Copyright 1994 by Human Kinetics Publishers, Inc
94. O'Brien, E., Parati, G., Stergiou, G., Asmar, R., Beilin, L., Graves, J., Head, G.A., Imai, Y., Kario, K., Lurbe, E., Mallion, J-M., Mancia, G., Mengden, T., Myers, M., Ogedegbe, G., Ohkubo, T., Omboni, S., Palatini, P., Redon, J., Ruilope, L.M., Shennan, A., Staessen, J.A., vanMontfrans, G., Verdecchi, P., Waeber, B., Wang, J., Zanchetti, A., Zhang, Y. European Society of Hypertension position paper on ambulatory blood pressure monitoring. J Hypertens 2013;31:1731–1768.
95. Okin, P.M., Bang, C.N., Wachtell, K., Hille, D.A., Kjeldsen, S.E., Dahlof, B., Devereux, R.B. Relationship of sudden cardiac death to new-onset atrial fibrillation in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy. Circ Arrhythm Electrophysiol 2013;6: 243–251.
96. Olympics Sports List. https://olympics.com/en/sports/20.06.2021
97. Ostchega, Y., Fryar, C.D., Nwankwo, T., Nguyen, D.T. Hypertension Prevalence Among Adults Aged 18 and Over: United States, 2017–2018 NCHS Data Brief; No. 364; April 2020: https://www.cdc.gov/nchs/products/index.htm.

98. Parati, G., Omboni, S., Staessen, J., Thijs, L., Fagard, R., Ulian, L., Mancia, G. Limitations of the difference between clinic and daytime blood pressure as a surrogate measure of the ‘white-coat’ effect. Syst-Eur investigators. J Hypertens 1998; 16:23–29

99. Parati, G., Stergiou, G., O’Brien, E., Asmar, R., Beilin, L., Bilo, G., Clement, D., de la Sierra, A., de Leeuw, P., Dolan, E., Fagard, R., Graves, J., Head, G.A., Imai, Y., Kario, K., Lurbe, E., Mallion, J-M., Mancia, G., Mengden, T., Myers, M., Ogedegbe, G., Ohkubo, T., Omboni, S., Palatini, P., Redon, J., Ruilope, L.M., Shennan, A., Staessen, J.A., vanMontfrans, G., Verdecchia, P., Waeber, B., Wang, J., Zanchetti, A., Zhang, Y. European Society of Hypertension practice guidelines for ambulatory blood pressure monitoring. J Hypertens 2014;32:1359–1366.

100. Pelliccia, A., Di Paolo, F.M., De Blasiis, E., Quattrini,F.M., Pisicchio, C., Guerra, E., Culasso, F., Maron, B.J. Prevalence and clinical significance of aortic root dilation in highly trained competitive athletes. Circulation.2010;122:698-706. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.901074

101. Pelliccia, A., Maron, B.J., Di Paolo, F.M., Biffi, A., Quattrini, F.M., Pisicchio, C., Roselli, A., Caselli, S., Culasso, F. Prevalence and clinical significance of left atrial remodeling in competitive athletes. J Am Coll Cardiol. 2005;46:690-696. doi:10.1016/j.jacc.2005.04.052

102. Pelliccia, A., Maron, B.J., Spataro, A., Proschan, M.A., Spirito, P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. N Engl J Med. 1991;324:295-301. doi:10.1056/NEJM199101313240504

103. Pellicia, A. et al. European recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease. European Heart Journal 2005 26(14):1422-1445

104. Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S. et al. 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease The Task Force on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease of the

European Society of Cardiology (ESC) European Heart Journal (2021) 42, 1796 ESC GUIDELINES doi:10.1093/eurheartj/ehaa605

105. Pescatello, L.S., Arena, R., Riebe, D., Thompson, P.D. American College of Sports Medicine. Guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Lippincott:Williams &Wilkins; 2013.

106. Piepoli, M.F., Hoes, A.W., Agewall, S., Albus, C., Brotons, C., Catapano, A.L., Cooney, M.T., Corra, U., Cosyns, B., Deaton, C., Graham, I., Hall, M.S., Hobbs, F.D., Lochen, M.L., Lollgen, H., Marques-Vidal, P., Perk, J., Prescott, E., Redon, J., Richter, D.J., Sattar, N., Smulders, Y., Tiberi, M., van der Worp, H.B., van Dis, I., Verschuren, W.M., 2016 European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. Eur Heart J 2016;37:2315–2381.

107. Prakken, N.H., Teske, A.J., Cramer, M.J., Mosterd, A., Bosker, A.C., Mali, W.P., Doevendans, P.A., Velthuis, B.K.. Head-to-head comparison between echocardiography and cardiac MRI in the evaluation of the athlete's heart. Br J Sports Med. 2012;46:348-354. doi:10.1136/bjsm.2010.077669

108. Reindell, H. Herz, Kreislaufkrankheiten und Sport. Johann Ambrosius Barth Verlag, München, 1960.

109. Rico-Sanz, J. Body composition and nutritional assessments in soccer: Int J Sport Nutr. 1998 Jun;8(2):113-23

110. Rodriguez, C.J., Sacco, R.L., Sciacca, R.R., Boden-Albala, B., Homma, S., Di Tullio, M.R.. Physical activity attenuates the effect of increased left ventricular mass on the risk of ischemic stroke: the Northern Manhattan Stroke Study. J Am Coll Cardiol 2002;39:1482–1488.

111. Scharhag, J., Löllgen, H., Kindermann, W. Competitive sports and the heart: benefit or risk? Dtsch Arztebl Int. 2013;110:14-24.

112. Scharhag, J., Schneider, G., Urhausen, A., Rochette, V., Kramann, B., Kindermann, W. Athlete's heart: right and left ventricular mass and function in male endurance athletes and untrained individuals determined by magnetic

resonance imaging. J Am Coll Cardiol. 2002;40:1856-1863. doi:10.1016/S0735-1097(02)02478-6

113. Scharhag, J., Thünenkötter, T., Urhausen, A., Schneider, G., Kindermann, W. Echocardiography of the right ventricle in athlete's heart and hearts of normal size compared to magnetic resonance imaging: which measurements should be applied in athletes? Int J Sports Med. 2010;31:58-64. doi:10.1055/s-0029-1241209

114. Scharhag, J. Das Sportler-EKG: Aktuelle Interpretationen und Empfehlungen. Dtsch Z Sportmed. 2013;64:352-356. doi: 10.5960/dzsm.2013.097

115. Schultz, M. G., La Gerche, A., Sharman, J. E. Blood Pressure Response to Exercise and Cardiovascular Disease. Curr Hypertens Rep (2017) 19:89 DOI 10.1007/s11906-017-0787-1

116. Smolensky, A.V., Mikhailova, A.V., Tatarinova, A. Y. Arterial hypertension and heart remodeling in athletes International Heart and Vascular Disease Journal Volume 5, Number 14, March 2017; p.28-35

117. Song, J.J., Ma, Z., Wang, J., Chen, L-X., Zhong, J-C. Gender Differences in Hypertension.. Journal of Cardiovascular Translational Research https://doi.org/10.1007/s12265-019-09888-z

118. Sonnenblick, E.H., Ross, J.J., Braunwald, E. Oxygen consumption of the heart: newer concepts of its multifactorial determination. Am J Cardiol1968;22:328 –36.

119. Sundstrom, J., Arima, H., Jackson, R., Turnbull, F., Rahimi, K., Chalmers, J., et al., Blood Pressure-Lowering Treatment Trialists' Collaboration. Effects of blood pressure reduction in mild hypertension: a systematic review and meta-analysis. Ann Intern Med 2015; 162:184–191

120. Sundstrom, J., Neovius, M., Tynelius, P., et al. Association of blood pressure in late adolescence with subsequent mortality: cohort study of Swedish male conscripts. BMJ 2011;342:d643.

121. Urhausen, A., Kindermann, W. Sports-specific adaptations and differentiation of the athlete's heart. Sports Med. 1999;28:237-244. doi:10.2165/00007256-199928040-00002

122. Urhausen, A. Die Echokardiographie in der Sportmedizin. Dtsch Z Sportmed. 2013;64:357-361. doi: 10.5960/dzsm.2013.101

123. Utomi, V., Oxborough, D., Ashley, E., Lord, R., Fletcher, S., Stembridge, M., Shave, R., Hoffman, M.D., Whyte, G., Somauroo, J., Sharma, S., George, K. Predominance of normal left ventricular geometry in the male 'athlete's heart'. Heart. 2014;100:1264-1271. doi:10.1136/ heartjnl-2014-305904

124. Vanuzzo, D., Giampaoli, S. 70 anni dello studio di Framingham. L'epidemiologia cardiovascolare dalle origini al futuro. G Ital Cardiol 2018;19(11):601-605 | doi 10.1714/3012.30106

125. Vicaut, E. Microcirculation and arterial hypertension. Drugs; special issue. 1999. Vol.58; P.l-10.

126. Weiner, R.B., Wang, F., Isaacs, S.K., et al. Blood pressure and left ventricular hypertrophy during American-style football participation. Circulation 2013; 128:524.

127. Williams, B., Mancia, G. , Spiering ,W. -2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. J Hypertens 2018 36;10:1953–2041. DOI:10.1097/HJH.0000000000001940

128. Wilson M.G, Sharma S., Drezner J.A. IOC Manual of Sports Cardiology. Published 2017 by John Wiley & Sons, Ltd; 511 p.

129. Zorzi, A., Calore, C., Pelliccia, A., Corrado, D. Accuracy of the ECG for differential diagnosis between hypertrophic cardiomyopathy and athlete’s heart: comparison between the European Society of Cardiology (2010) and International (2017) criteria. British Journal of Sports Medicine 52(10):bjsports-2016-097438