

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

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва - 2021

Работа выполнена в Государственном автономном учреждении здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы»

Научные руководители:

Бадтиева Виктория Асланбековна - член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий филиалом №1 ГАУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ»

Павлов Владимир Иванович - доктор медицинских наук, заведующий отделением функциональная диагностика филиала №1 ГАУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ».

Официальные оппоненты:

Балыкова Лариса Александровна – доктор медицинских наук профессор, член-корреспондент РАН, директор Медицинского института ФГБОУ ВО "МГУ им. Н.П. Огарева"

Бондарев Сергей Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры спортивной медицины и реабилитации ФГАОУ ВО Первого Московского государственного медицинского университета имени И. М. Сеченова.

Ведущая организация: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России
 Защита состоится « » марта 2022 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 850.019.01 при ГАУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» по адресу: 105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАУЗ города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» по адресу: 105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53 и на сайте <http://cmrvsm.ru/>.

Автореферат разослан « » 2022 г

Ученый секретарь диссертационного совета, д.б.н.

Рожкова Елена Анатольевна

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования

Высокий уровень артериального давления (АД) вносит наибольший вклад в развитие новых случаев сердечно-сосудистых заболеваний (Mahmood, S.S., Levy, D., et al. 2014; Vanuzzo, D., Giampaoli, S. et al., 2018 Mills, K.T., Stefanescu, A., et al. 2020). У лиц с высокой физической активностью и, в частности, профессиональных спортсменов, распространенность, причины, диагностика и лечение АГ отличны общепопуляционных (Maron, B., 2005; Pelliccia, A., 2018, Бадтиева В.А., Павлов В.И., 2018, Carissa M Baker-Smith, 2020). 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 (Дембо, А.Г., Земцовский, Э.В., 1989, Смоленский, 2019).

В результате тренировок на выносливость происходит увеличение массы и объема сердца, размера камер и мощности миокарда левого желудочка (Граевская, Н.Д., 1997; Бондарев С.А., 2012, Kindermann, W. 2017). Традиционно используемые в клинике функционально-диагностические критерии являются неподходящими для спортсмена, способного, кроме того, в норме генерировать на пике нагрузки 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 спортсменов, 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 спортсменом (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 работы:

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

Задачи исследования

- 1.Оценить уровень артериального давления в современной популяции спортсменов, в сравнении с общей популяцией населения и спортсменами прошлых лет.
- 2.Выявить взаимосвязь синдрома артериальной гипертензии со спецификой физической активности, свойственной определенным видам спорта, согласно современным квалификациям.
- 3.Выявить взаимосвязь синдрома артериальной гипертензии с гендерной принадлежностью, морфофункциональными особенностями организма.
- 4.Установить наиболее информативные функционально-диагностические предикторы синдрома артериальной гипертензии.
- 5.Проанализировать клинико-функциональные изменения и оценить ремоделирование миокарда у спортсменов, имеющих высокое артериальное давление.

Научная новизна

Определены различия уровня артериального давления в популяции спортсменов 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 спортсменов.

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 критерий 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 спортсменов 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 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.

Основные 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 спортсмена 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 в практику

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.

Апробация работы

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 Комитетом по этике научных исследований 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» 01.10.2020 года, 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 149 страницах машинописного текста, содержит 52 таблицы и 24 рисунка. Указатель литературы включает 44 отечественных и 85 иностранных источников.

Материал и методы исследования.

Исследование проводилось в филиале №1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы». В исследование включено 700 спортсменов 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.

Критериями исключения являлись:

- Возраст моложе 18 и старше 45 лет
- Прием лекарственных препаратов в течение 1 недели до исследования.
- Травмы опорно-двигательного аппарата в течение последних 4-5 месяцев.
- Обострение хронических заболеваний (хронический тонзиллит, хронический гайморит, хронический пиелонефрит и т.д.)
- Состояние реконвалесценции после простудных и обострения хронических заболеваний.
- Состояние психического и эмоционального перенапряжения.
- Состояние в течение 3-х дней после соревнований
- Интенсивные тренировки в течение предшествующих суток.
- Прием алкоголя в течение 2 дней до исследования.
- Пароксизмальные нарушения ритма.
- Частая наджелудочковая и желудочковая экстрасистолия
- АВ-блокады, не относящиеся к привычным изменениям спортсмена

Выполнялось клиническое и общепринятое обследование пациентов, включавшее физикальный осмотр, измерение АД, роста, веса и др., входящие в углубленное медицинское обследование (УМО).

Электрокардиографическое исследование (ЭКГ) проводилось спортсменам в положении покоя лежа в 12 отведениях. 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.

Эхокардиографическое исследование с определением маркеров патологического ремоделирования миокарда в покое проводили всем пациентам в стандартных проекциях. Наличие гипертрофии миокарда оценивали с помощью индекса массы миокарда, отнесенной

к площади поверхности тела с верхней границей нормы 115 г/м². Относительную толщину стенки ЛЖ в диастолу (OTСд) измеряли по формуле: OTСд = 2*ТЗС ЛЖ/КДР ЛЖ, где ТЗС ЛЖ – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу, КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка. За нормальную верхнюю величину OTС брали 0,42. Варианты конфигурации сердца определяли как концентрическое ремоделирование (КР) – при неизмененной массе, но увеличенной OTС, концентрическую гипертрофию (КГ) – при увеличенной массе и OTС, и эксцентрическую гипертрофию (ЭГ) – при увеличенной массе миокарда, но нормальной OTС.

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. Нагрузка задавалась следующим протоколом: начальная мощность – 25 Вт, ступень – 25 Вт, продолжительность ступени – 2 мин

Критерием остановки теста являлось утомление спортсмена, с соблюдением всех необходимых физиологических критериев его констатации. Остановка теста осуществлялась по просьбе самого спортсмена, либо при констатации физиологических параметров утомления. В нагрузочном teste осуществлялась регистрация АД. Величины частоты сердечных сокращений и АД анализировались в покое, на высоте нагрузки и в восстановительном периоде – в течение 5 минут после прекращения нагрузки.

Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводили спортсменам с наиболее высокими пиковыми значениями артериального давления на нагрузку. СМАД проводилось на «чистом фоне», т.е., без приема каких-либо препаратов и биологически активных субстанций.

При статистическом анализе результатов проведенных исследований использовался пакет компьютерных программ SPSS 22.0. Все данные представлены в виде ($M \pm \sigma$), 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-Стьюарта. 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. Графики и таблицы построены в редакторах Word, Excel, SPSS.

Результаты и их обсуждение

Современные данные, касающихся артериального давления и синдрома артериальной гипертензии в спортивной популяции, отличаются от данных прошлых лет XX века [Летунов С.П. с соавт., 1960-е годы]. Как видно из табл.1, наблюдается тенденция к снижению процента гипотензивных пациентов и рост нормотензивных пациентов в настоящее время, тогда как в 1960-е годы году преобладали пациенты с гипотензией.

Табл. 1 Сравнительный анализ данных систолического АД в популяции спортсменов: начало ХХI века и середина ХХ века*

АД, сист., мм рт.ст.	Наше время, 2018 г.		Летунов С.П., 1960-е годы. %	Укрупнение сравнений		Интерпретация
	Абс. кол- во	%		2018 год, %	1960-е годы %	
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

Известно, что зачастую основной вклад в достижения спортсменов в ряде видов спорта вносят антропометрические характеристики, что послужило поводом исследовать их взаимосвязь с АД в покое и при физических нагрузках (табл. 2).

Табл.2 Коэффициент корреляции антропометрических параметров спортсменов и уровней артериального давления покоя и пикового артериального давления в teste

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 **

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

В настоящее время для анализа показателей АД у спортсменов, стала использоваться упрощенная Европейская классификация видов спорта 2017 г. (Pelliccia A. с соавт.). Несмотря на значительное упрощение подхода, ее популярность и уровень работ, в которых она представлена, заставила нас распределить и проанализировать данные АД согласно этой классификации. Анализ в группах мужчин и женщин разнесен по разным таблицам, - соответственно, табл. 3 и табл.4.

Табл.3. Артериальное давление для видов спорта по классификации Pelliccia A. (мужчины)

	Покой			Пик			
	САД, мм рт.ст.	ДАД, мм рт.ст.	ЧСС, уд./мин	W, 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

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 различающейся 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 спортсменов, тренирующих «навыки» (skills).

Отличия этой группы спортсменов по параметрам гемодинамики становятся более очевидными в нагрузочном teste, 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. 4 Артериальное давление для видов спорта по классификации Pelliccia A. (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± 11,16	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***

Примечания. Достоверность межгрупповых различий в группе у мужчин (однофакторный дисперсионный анализ); *** p<0,001 – значения указаны для наиболее различающейся в сторону больших показателей группы.

Интересным представляется сопоставление по введенному нами показателю «реактивности САД» у спортсменов-мужчин и спортсменов-женщин (соответственно, рис. 1 и рис. 2). Как видно из рис. 3., у спортсменов-мужчин наибольший уровень САД в отношении амплитуды относительной физической нагрузки, наблюдается в сложно-координационных видах спорта, а наименьший – у представителей циклических видов спорта.

На рис. 4 показано, что у спортсменов-женщин, 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.

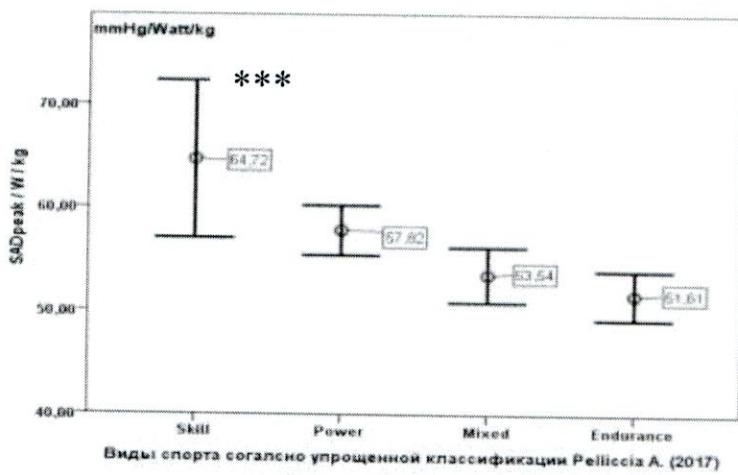


Рис. 1 Пиковое систолическое артериальное давление относительно выполненной пиковой) в группах спорта по классификации Pelliccia A. у спортсменов-мужчин
Примечание. *** $p<0,001$ в множественных сравнениях

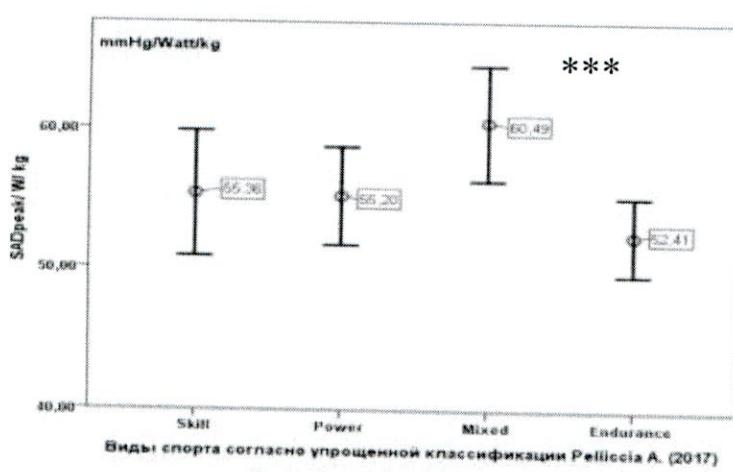


Рис.2 Пиковое систолическое артериальное давление относительно выполненной пиковой работы в группах спорта по классификации Pelliccia A. у спортсменов-женщин
Примечание. *** $p<0,001$ в множественных сравнениях

Несмотря необходимость классификаций видов спорта, каждая спортивная дисциплина уникальна, а данные атлетов наиболее распространенных видов спорта доступны для сопоставления. Учитывая, что на уровень пикового АД в тесте оказывает 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». 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)

САД/W·м (мм рт.ст./Ватт/кг)

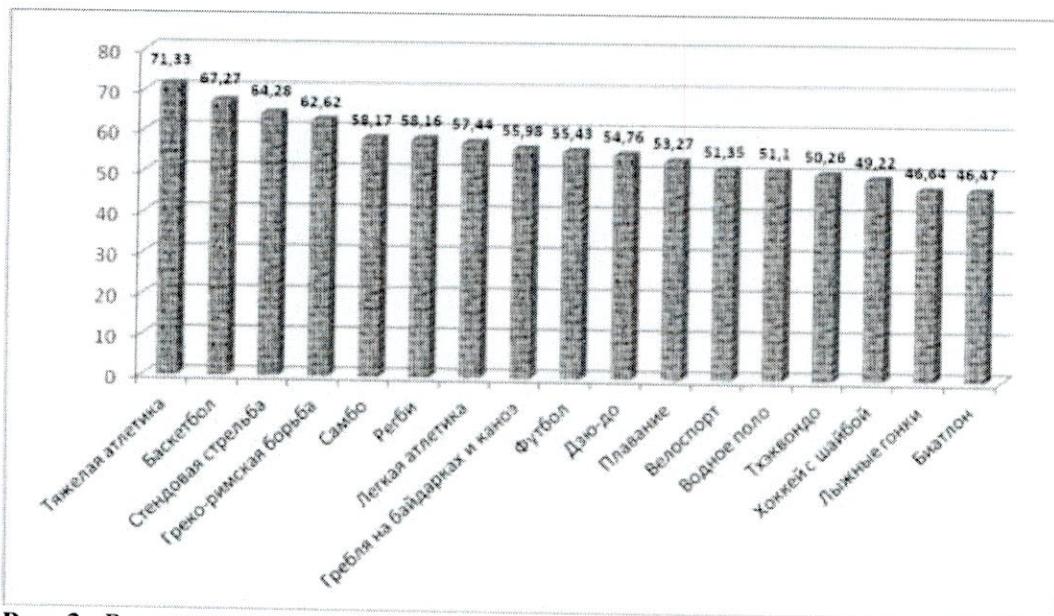


Рис. 3 «Реактивность» систолического артериального давления в нагрузочном teste у мужчин в различных видах спорта

У спортсменок женского пола на первом месте по показателю реактивности САД оказывается гандбол, высокий показатель реактивности САД регистрируются в стеновой стрельбе. Наиболее низкие значения реактивности САД регистрируются, как и у мужчин, в лыжных гонках и биатлоне.

САД/W·м (мм рт.ст./Ватт/кг)

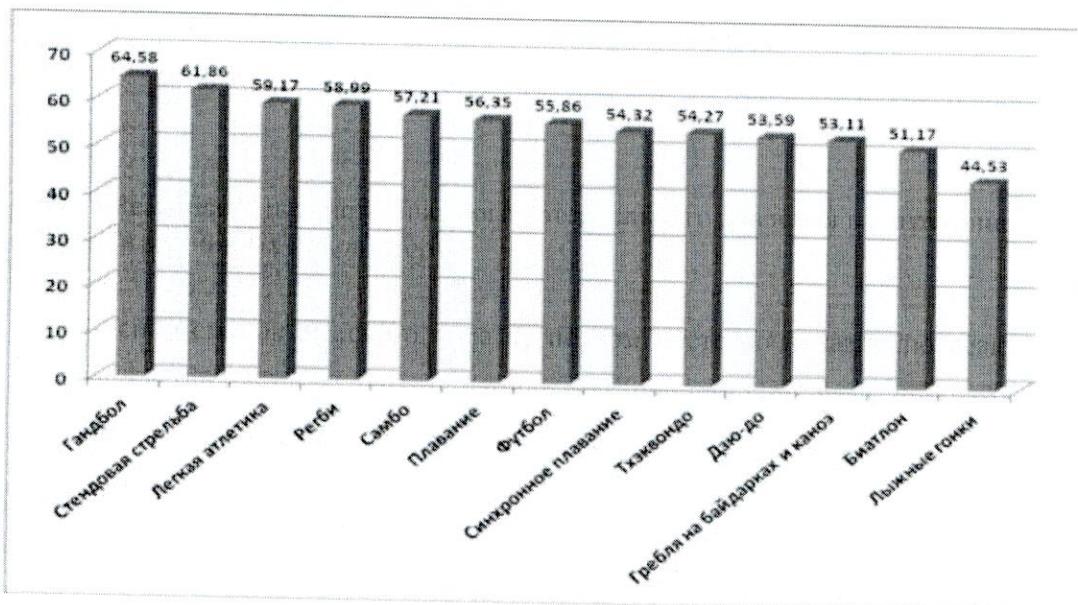


Рис. 4 «Реактивность» систолического артериального давления в нагрузочном teste у женщин в различных видах спорта.

Отдельному анализу подверглась группа спортсменов с пиковым систолическим АД в нагрузочном тесте выше 200 мм. рт.ст., в количестве 75 человек, что составило 10,7% от всей группы обследованных спортсменов. Как видно из табл. 5, спортсмены с большими антропометрическими параметрами достигали более высоких цифр АД.

Табл. 5 Сопоставление антропометрических параметров у спортсменов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением с остальной группой спортсменов

Группы спортсменов	Рост, см	Масса тела, кг	Площадь поверхности тела (S), м ²
Пиковое САД в teste \geq 200 мм рт.ст.	180,43±6,47	76,39±13,83	1,95±0,17
Пиковое САД в teste <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

У спортсменов, имевших наиболее высокие цифры пикового САД, была достоверно выше масса миокарда. Толщина задней стенки левого желудочка и межжелудочковой перегородки у этих спортсменов были также более выражены, в сравнении с группой лиц с пиковым САД<200 мм рт.ст. в teste. Как следствие, у спортсменов с относительно низким пиковым АД был более выражен эксцентрический тип ремоделирования, что отражает показатель ОТСс. (табл.6.).

Табл.6. Сопоставление показателей массы и толщины стенок миокарда, спортсменов с наиболее высоким пиковым систолическим артериальным давлением, с остальной группой спортсменов

Группы спортсменов	Масса миокарда, г	Толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (PWLV diast)	Толщина межжелудочковой перегородки в диастолу	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в систолу (OTCс)	Относительная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу (OTCd)
Пиковое САД в teste \geq 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 teste <200 мм рт.ст.	200,62±53,94 ***	8,40±0,79 ***	9,12±0,90***	0,53±,07	0,35±0,05**

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

Патологические ЭКГ-изменения достоверно чаще регистрировались у группы спортсменов 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 спортсменов.

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

Известно, ударный объем, предопределяющий рост систолического артериального давления возрастает при всех типах физических нагрузок и зависит от их величины. Поэтому, для корреляционного анализа решено взять показатель, обозначенный как «реактивность САД», представляющий собой отношение пикового САД к относительной мощности пиковой нагрузки, выполняемой спортсменом. В силу высокой значимости гендерных различий целесообразно проведение раздельного корреляционного анализа в группах спортсменов мужского и женского полов.

Наиболее выраженная корреляция (положительная корреляция средней силы) у спортсменов мужского пола наблюдается между показателями массы миокарда и реактивности САД (табл.7).

Табл. 7 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**
Реактивность САД	0,474**	0,445**	0,406**	0,408**	0,383**

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

Параметры регрессионного анализа зависимости массы миокарда от реактивности САД у мужчин представлены в табл. 8

Табл. 8 Регрессионный анализ взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у мужчин

Уравнение	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 - «реактивность артериального давления» (AD/Wkg - отношение пикового систолического артериального давления в teste 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. 5).

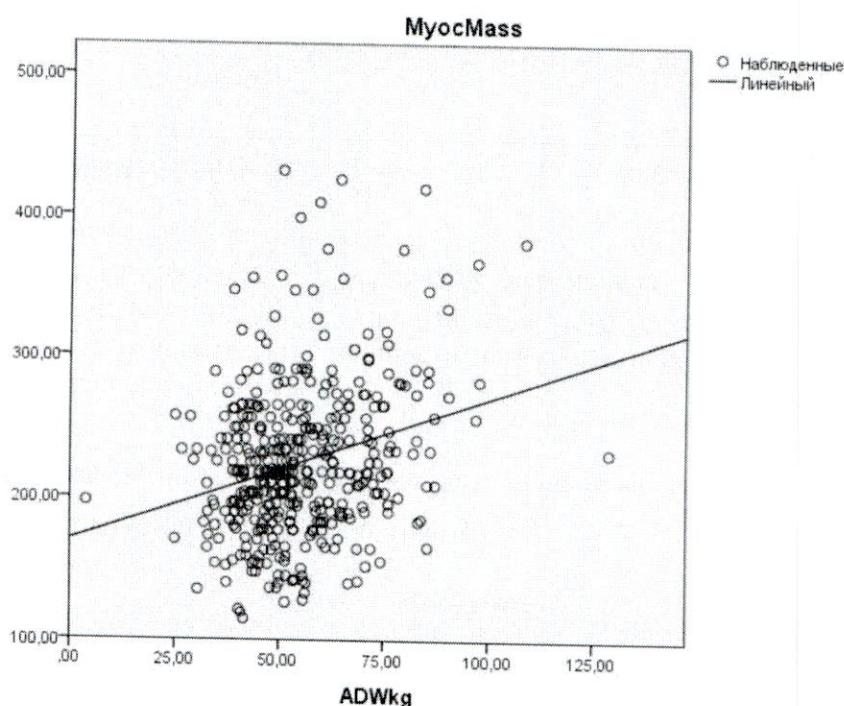


Рис.6 График линейной регрессии взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у мужчин

Несмотря на имеющиеся различия, наиболее заметная корреляция (положительная корреляционная взаимосвязь ближе к уровню средней силы) у спортсменов женского пола регистрируется между массой сердечной мышцы и реактивностью САД (табл. 9).

В сопоставлении с данными мужского пола данная взаимосвязь выражена несколько слабее и располагается на границе между корреляцией слабой и средней силы.

Табл.9 Корреляционный анализ показателей артериального давления и ремоделирования миокарда у женщин

Параметры	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
Реактивность САД	0,397**	0,135	0,139	0,109	0,146

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

На графике, отражающем линейную регрессию между параметрами, можно видеть зависимость массы миокарда от т.н. «реактивности САД» (рис. 7) у спортсменов женского пола. Данные регрессионного анализа взаимозависимости массы миокарда от реактивности САД у спортсменов женского пола отражены в табл. 10

Табл. 10 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 – «реактивность артериального давления» (AD/Wkg - отношение пикового систолического артериального давления в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто).

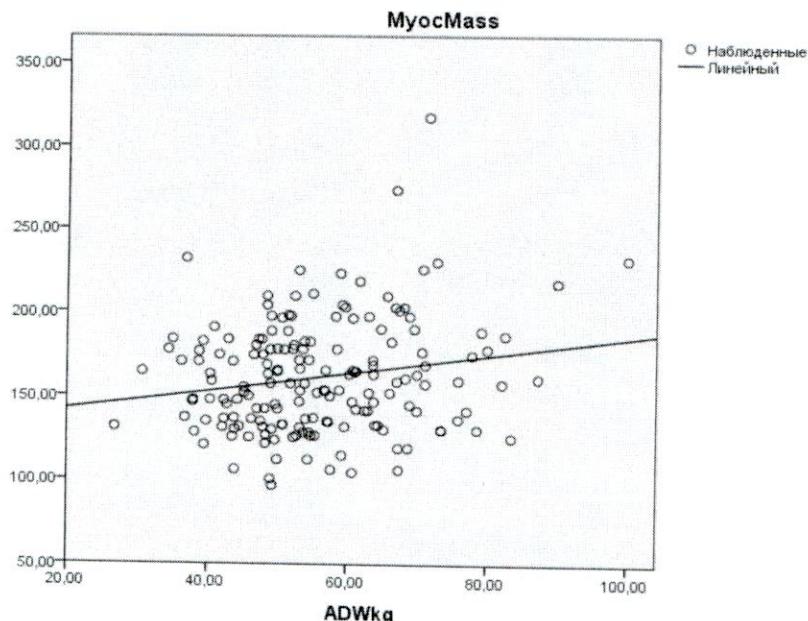


Рис.7 График линейной регрессии взаимосвязи относительного прироста артериального давления («реактивность артериального давления») и массы миокарда у женщин

Интересным представляется тот факт, что если ряд исследователей, утверждают, что частота патологического ремоделирования миокарда тесно сопряжена с уровнем пикового систолического АД в тесте, то другие наличие подобной взаимосвязи отвергают. Противоречия в этом вопросе могут быть связаны с тем, что в расчет брались абсолютные значения АД, без учёта его ответа на амплитуду физической работы в teste.

В выполненной работе обнаружено, что систолическое давление может нарастать с разной скоростью, соответствуя мощности выполняемой работы, либо испытывая значительно более «крутое» рост графика, что может играть решающее значение.

Именно, в связи с этим, было введено понятие «реактивность артериального давления», которое представляет рост АД на единицу мощности нагрузки, аппроксимированную по отношению к массе тела спортсмена, которая, как показано в исследовании, более четко отражает взаимосвязь роста артериального давления в нагрузочном teste и ремоделирования миокарда.

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, укладывающейся, однако, в границы нормотензии, тогда как классическая гипертензия, 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 спортсмена 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 teste.
7. Около 10% спортсменов имеет неблагоприятный концентрический (гипертензивный) тип ремоделирования, наиболее часто встречающийся у спортсменов, 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 спортсменов, 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 спортсменов с концентрическим ремоделированием миокарда, схожим с гипертензивным ремоделированием.
4. Осуществлять динамическое наблюдение за спортсменами 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 работ

1. Павлов В.И., Шаройко М.В., Пачина А.В., Николаев В.В., Деев В.В. Дифференцированное определение функциональных резервов спортсмена в условиях максимального кардиореспираторного теста. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2010. № 9 (81). С. 28-34.
2. Деев В.В., Бадтиева В.А., Павлов В.И., Орджоникидзе З.Г., Иванова Ю.М., Линде Е.В. Нагрузочное тестирование в диагностике артериальной гипертензии у профессиональных спортсменов. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13. № 5. С. 51.
3. Деев В.В., Бадтиева В.А., Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И. Нагрузочное тестирование в профилактике артериальной гипертензии. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2014. Т. 13. № 5. С. 51.
4. Субботин П.А., Павлов В.И., Полянский Н.А., Шарыкин А.С., Деев В.В., Бадтиева В.А., Иванова Ю.М. Быстрая динамика морфологических характеристик миокарда у спортсмена. CardioСоматика. 2015. Т. 6. № 4. С. 38-42.
5. Павлов В.И., Орджоникидзе З.Г., Бадтиева В.А., Иванова Ю.М., Пачина А.В., Деев В.В., Субботин П.А. Сложность регистрации и интерпретации высоковольтажной

электрокардиограммы у спортсменов. Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2015. № 3 (129). С. 41-45.

6. Деев В.В., Павлов В.И., Орджоникидзе З.Г., Бадтиева В.А., Шарыкин А.С., Иванова Ю.М., Гвинианидзе М.В. Предикторы патологического ремоделирования миокарда спортсмена. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2020. Т. 97. № 6-2. С. 35-3
7. **Деев В.В., Бадтиева В.А., Павлов В.И. Артериальное давление в современной популяции спортсменов. Лечебная физкультура и спортивная медицина 2020. №3 (157). С. 4-9.**
8. Деев В.В., Павлов В.И., Орджоникидзе З.Г., Бадтиева В.А., Шарыкин А.С., Иванова Ю.М., Гвинианидзе М.В. Нарушения электрической активности миокарда у спортсменов с гипертонической реакцией на нагрузку. Российский кардиологический журнал. 2021. Т. 26. № S6. С. 33.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

MyocMass (MM) – масса миокарда

OTCс - относительная толщина задней стенки левого желудочка в систолу

OTCd- относительная толщина задней стенки левого желудочка в диастолу

PWLV diast - толщина задней стенки левого желудочка в диастолу

ДАД – диастолическое артериальное давление

ДАД (DAD) пик (peak)– пиковое диастолическое артериальное давление.

ЗСЛЖд (PWLV diast) – толщина задней стенки левого желудочка в диастолу;

КГ – концентрическая гипертрофия;

КДР ЛЖ – конечно-диастолический размер левого желудочка;

КР – концентрическое ремоделирование

КСР ЛЖ – конечно-sistолический размер левого желудочка;

МЖПд – толщина межжелудочковой перегородки в диастолу;

САД – sistолическое артериальное давление

САД (SAD) пик (peak) – пиковое sistолическое артериальное давление в тесте

САД пик/W/kg (ADWkg) – отношение пикового САД в тесте к относительной мощности нагрузки в пересчете на килограмм массы тела, при которой оно достигнуто («реактивность артериального давления»)

СМАД – суточное мониторирование артериального давления

УМО – углубленное медицинское обследование

ЭГ – эксцентрическая гипертрофия