

Препоръки 2020 на ESC по спортна кардиология и физически упражнения при пациенти със сърдечно-съдово заболяване

Работната група по спортна кардиология и физически упражнения при пациенти със сърдечно-съдово заболяване на Европейското кардиологично дружество (ESC)

Автори/членове на работната група: Antonio Pelliccia* (Председател) (Италия), Sanjay Sharma* (Председател) (Обединено кралство), Sabiha Gati (Обединено кралство), Maria Bäck (Швеция), Mats Börjesson (Швеция), Stefano Caselli (Швейцария), Jean-Philippe Collet (Франция), Domenico Corrado (Италия), Jonathan A. Drezner (САЩ), Martin Halle (Германия), Dominique Hansen (Белгия), Hein Heidbuchel (Белгия), Jonathan Myers (САЩ), Josef Niebauer (Австрия), Michael Papadakis (Обединено кралство), Massimo Francesco Piepoli (Италия), Eva Prescott (Дания), Jolien W. Roos-Hesselink (Нидерландия), A. Graham Stuart (Обединено кралство), Rod S. Taylor (Обединено кралство), Paul D. Thompson (САЩ), Monica Tiberi (Италия), Luc Vanhees (Белгия), Matthias Wilhelm (Швейцария)

Европейските препоръки са преведени и се разпространяват с помощта на образователен грант от Дружеството на кардиолозите в България.

Изданието е отпечатано с подкрепата на:

- Bayer • **MERCK** • **BERLIN-CHEMIE** • NOVARTIS •
- Boehringer Ingelheim • **AMGEN** • **SERVIER** • AstraZeneca •

Рецензенти: Marco Guazzi (CPG рецензентен координатор) (Италия), André La Gerche (CPG рецензентен координатор) (Австралия), Victor Aboyans (Франция), Paolo Emilio Adami (Италия), Johannes Backs (Германия), Aaron Baggish (САЩ), Cristina

* Авторы кореспонденти:

Antonio Pelliccia, Department of Medicine, Institute of Sport Medicine and Science, Rome, Italy. Tel: +39 06 3275 9230, Email: antonio.pelliccia@uniroma2.it; antonio.pelliccia@gmail.com.
Sanjay Sharma, Cardiology Clinical Academic Group, St George's, University of London, London, United Kingdom. Tel: +44 (0)20 8725 6878, Email: sasharma@sgul.ac.uk.

Комитетът по практически препоръки (CPG) на ESC и рецензентите на документа от национални кардиологични дружества и сдружения на членове на автора/членове на работната група: изброени в Приложението.

Представители на ESC участвали в разработването на този документ:

Асоциации: Association of Cardiovascular Nursing & Allied Professions (ACNAP), European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI), European Association of Preventive Cardiology (EAPC), European Heart Rhythm Association (EHRA), Heart Failure Association (HFA).

Работни групи: Вродени сърдечни заболявания при възрастни.

Съдържанието на тези препоръки на Европейското кардиологично дружество (European Society of Cardiology, ESC), са публикувани само за лична и образователна употреба. Не е дадено разрешение за комерсиална употреба. Нито една част от Препоръките на ESC могат да бъдат превеждани или възпроизвеждани под каквато и да е форма без писменото съгласие на ESC. Разрешение може да бъде получено след подаване на писмена молба до Oxford University Press, издателя на *European Heart Journal* и страната, упълномощена да обработва такива разрешения от името на ESC (journals.permissions@oup.com).

Отказ от отговорност: Препоръките на ESC представляват вижданията на ESC и бяха съставени след внимателно съобразяване на научните и медицинските знания, и на личните доказателства по време на публикуването им. ESC не е отговорна в случай на противоречие, несъответствие и/или двусмислие между препоръки на ESC и всякакви други насоки или препоръки, издадени от от съответните публични здравни власти, особено по отношение на доброто използване на здравеопазване или терапевтични стратегии. Здравните професионалисти се насърчават да вземат изцяло предвид препоръките на ESC, когато прилагат клиничните им преценки, както и при определянето на превантивни, диагностични или терапевтични медицински стратегии; насоките на ESC обаче по никакъв начин не отменят индивидуалната отговорност на здравния специалист за вземане на подходящи и точни решения съобразявайки се със здравето на всеки конкретен пациент и консултирайки се с пациента и, където е подходящо и/или необходимо, за да вземе подходящи и точни решения съобразявайки се със здравето на всеки пациент и където е подходящо и/или необходимо – с полагащите здравни грижи на пациента. Насоките на ESC не освобождават здравните специалисти от пълното и внимателно обмисляне на съответните официални актуализирани препоръки или насоки, издадени от компетентните органи за обществено здраве, с цел конкретния случай да се управлява при всеки пациент в светлината на научно приетите данни в съответствие с техните етични професионални задължения. Също така, отговорността на здравния специалист е да провери приложимите правила и разпоредби, свързани с лекарства и медицински изделия към момента на предписване.

© Европейско дружество по кардиология 2020. Всички права запазени. За получаване на разрешения, моля пишете на адрес: journals.permissions@oup.com.

Basso (Италия), Alessandro Biffi (Италия), Chiara Bucciarelli-Ducci (Обединено кралство), A. John Camm (Обединено кралство), Guido Claessen (Белгия), Victoria Delgado (Нидерландия), Perry M. Elliott (Обединено кралство), Maurizio Galderisi[†] (Италия), Chris P. Gale (Обединено кралство), Belinda Gray (Австралия), Kristina Hermann Haugaa (Норвегия), Bernard Jung (Франция), Hugo A. Katus (Германия), Andre Keren (Израел), Christophe Leclercq (Франция), Basil S. Lewis (Израел), Lluís Mont (Испания), Christian Mueller (Швейцария), Steffen E. Petersen (Обединено кралство), Anna Sonia Petronio (Италия), Marco Roffi (Швейцария), Kai Savonen (Финландия), Luis Serratos (Испания), Evgeny Shlyakhto (Руска федерация), Iain A. Simpson (Обединено кралство), Marta Sitges (Испания), Erik Ekker Solberg (Норвегия), Miguel Sousa-Uva (Португалия), Emeline Van Craenenbroeck (Белгия), Caroline Van De Heyning (Белгия), William Wijns (Ирландия).

Декларациите за интереси на всички експерти участвали в разработката на тези препоръки са достъпни в уебсайта на ESC: www.escardio.org/guidelines

SD За допълнителните данни, които включват основна информация и подробно обсъждане на данните, които са осигурили основата за препоръките, вижте *European Heart Journal* онлайн.

Редактор: проф. Иван Груев, дм – зам. директор по медицинската дейност на НМТБ „Цар Борис III“, член на Контролния съвет на ДКБ.

Публикувано онлайн преди отпечатването на 29 август 2020 г.

Ключови думи Насоки • вродени сърдечни заболявания при възрастни • аортопатии • аритмии • карцином • кардиомиопатия • сърдечносъдови рискови фактори • хронични коронарни синдроми • упражнения • сърдечна недостатъчност • бременност • периферна съдова болест • препоръки • рискова стратификация • спорт – специални среди • клапна сърдечна болест

Съдържание

Съкращения и акроними	5	4.2.5. Захарен диабет	21
1. Увод	7	4.2.5.1. Ефект от упражнението върху диабетен контрол, рискови фактори и клиничен изход	22
2. Въведение	9	4.2.5.2. Препоръки за участие в упражнения при лица със захарен диабет	22
3. Идентифициране на сърдечно-съдови заболявания и стратификация на риска при лица, участващи в развлекателни и състезателни спортове	10	4.2.5.3. Кардиологична оценка преди участие в упражнения при лица със захарен диабет	22
3.1. Въведение	10	4.3. Упражнения и спорт при стареене	23
3.2. Дефиниции за възстановителни и състезателни спортисти	10	4.3.1. Въведение	23
3.3. Свързани с упражнения големи неблагоприятни сърдечно-съдови събития	11	4.3.2. Рискова стратификация, критерии за включване/изключване	23
3.4. Честота на внезапна сърдечна смърт при спортисти	11	4.3.3. Начини на упражняване и препоръки за упражнения и спорт при по-възрастните	23
3.5. Етиология на внезапната сърдечна смърт по време на упражнения	11	5. Упражнение в клинични условия	24
3.6. Видове скрининг за сърдечно-съдови заболявания при млади спортисти	12	5.1. Програми за упражнения в свободното време и участие в състезателен спорт при хроничен коронарен синдром	24
3.7. Скрининг за сърдечно-съдови заболявания при по-възрастни спортисти	12	5.1.1. Лица в риск от атеросклеротична коронарна артериална болест и безсимптомни лица, при които при скрининг се открива коронарна артериална болест	24
4. Участие във физическа активност, развлекателни упражнения и състезателни спортове	12	5.1.1.1. Препоръки за участие в спортове	25
4.1. Общо въведение	12	5.1.2. Установен (дългогодишен) хроничен коронарен синдром	25
4.1.1. Определение и характеристики на намерите с упражнения	12	5.1.2.1. Анти тромботично лечение	27
4.1.1.1. Вид упражнение	12	5.1.3. Миокардна исхемия без обструктивно заболяване в епикардната коронарна артерия	27
4.1.1.2. Честота на упражненията	13	5.1.4. Връщане към спорт след остър коронарен синдром	27
4.1.1.3. Интензивност на упражненията	13	5.1.4.1. Състезателни спортисти	27
4.1.1.4. Обем на трениране	14	5.1.4.2. Рекреационни спортисти	27
4.1.1.5. Тип трениране	14	5.1.5. Аномален произход на коронарни артерии	28
4.1.2. Класификация на упражнения и спортове	15	5.1.5.1. Произход	28
4.2. Препоръки за упражнения при лица със сърдечно-съдови рискови фактори	16		
4.2.1. Общо въведение	16		
4.2.2. Затлъстяване	19		
4.2.3. Хипертония	20		
4.2.4. Дислипидемия	21		

[†] Бихме искали да отдадем почит на професор Galderisi, който почина през март 2020 г.

5.1.5.2.	Избираемост за спортове	29	5.5.1.11.	Специални съображения.....	42
5.1.6.	Миокарден бриджинг.....	29	5.5.1.12.	Проследяване.....	42
5.1.6.1.	Произход.....	29	5.5.2.	Аритмогенна кардиомиопатия.....	43
5.1.6.2.	Избираемост	29	5.5.2.1.	Рискова стратификация при аритмогенни кардиомиопатии	43
5.2.	Препоръки за упражнения при лица с хронична сърдечна недостатъчност.....	30	5.5.2.2.	Базална оценка на пациенти с аритмогенна кардиомиопатия	43
5.2.1.	Предистория: основания за упражнения при хронична сърдечна недостатъчност.....	30	5.5.2.3.	Анамнеза.....	43
5.2.2.	Рискова стратификация и предварителна оценка	30	5.5.2.4.	ECG в покой и амбулаторно ECG.....	43
5.2.3.	Типове упражнения и участие в спортове при сърдечна недостатъчност.....	30	5.5.2.5.	Ехокардиография и изобразяване със сърдечен магнитен резонанс	43
5.2.3.1.	Аеробни упражнения/упражнения за издръжливост	30	5.5.2.6.	Работна проба.....	44
5.2.3.2.	Упражнение за съпротивление.....	31	5.5.2.7.	Генетично тестване	44
5.2.3.3.	Респираторни упражнения.....	31	5.5.2.8.	Препоръки за упражнения	44
5.2.3.4.	Водни упражнения	31	5.5.2.9.	Специални съображения.....	44
5.2.4.	Спортно участие и връщане към спортове.....	31	5.5.2.10.	Проследяване	44
5.2.4.1.	Състезателни спортове	31	5.5.3.	Препоръки за упражнения при лица с левокамерна некомпактност.....	44
5.2.4.2.	Развлекателни спортове	32	5.5.3.1.	Рискова стратификация	45
5.2.5.	Сърдечна недостатъчност със запазена изтласкваща фракция.....	32	5.5.3.2.	Проследяване	45
5.2.5.1.	Видове упражнения и участие в спортове.....	32	5.5.4.	Препоръки за упражнения при пациенти с дилатативна кардиомиопатия.....	45
5.2.6.	Упражняване при лица след сърдечна трансплантация.....	33	5.5.4.1.	Базална оценка на пациенти с дилатативна кардиомиопатия	45
5.2.6.1.	Начини на упражняване и спортни участия.....	33	5.5.4.2.	Специални съображения.....	45
5.3.	Препоръки за упражнения при лица с клапна сърдечна болест.....	34	5.5.4.3.	Проследяване	46
5.3.1.	Въведение	34	5.5.5.	Препоръки за упражнения при лица с миокардит и перикардит.....	46
5.3.1.1.	Общи принципи при оценка и рискова стратификация на лица с клапна сърдечна болест преди упражнения за отдих или състезателни спортове	34	5.5.5.1.	Миокардит.....	46
5.3.1.2.	Проследяване	34	5.5.5.2.	Диагноза.....	46
5.3.2.	Аортна клапна стеноза	34	5.5.5.3.	Рискова стратификация	47
5.3.3.	Аортна клапна регургитация.....	35	5.5.5.4.	Препоръки за упражнения при лица с миокардит.....	47
5.3.4.	Бикуспидна аортна клапа.....	35	5.5.6.	Перикардит	47
5.3.5.	Първична митрална регургитация.....	36	5.5.6.1.	Диагноза.....	47
5.3.5.1.	Пролапс на митралната клапа.....	37	5.5.6.2.	Рискова стратификация	47
5.3.6.	Митрална стеноза	38	5.5.6.3.	Препоръки за упражнения при лица с перикардит.....	47
5.3.7.	Трикуспидална регургитация.....	38	5.6.	Препоръки за упражнения при лица с аритмии и каналопатии	48
5.4.	Препоръки за упражнения при лица с аортопатия.....	39	5.6.1.	Обща рамка за подход	48
5.4.1.	Въведение	39	5.6.2.	Предсърдно мъждене	48
5.4.2.	Риск от дисекция	39	5.6.2.1.	Пациенти без предсърдно мъждене.....	48
5.4.3.	Спортни дисциплини.....	40	5.6.2.2.	Прогностично и симптоматично значение на AF по време на спортове.....	48
5.4.4.	Ефект върху аортния диаметър и стреса върху стената	40	5.6.2.3.	Влияние на продължаването на спорта върху естественото развитие на предсърдно мъждене след аблация	49
5.4.5.	Препоръки.....	40	5.6.3.	Надкамерна тахикардия и синдром на Wolff-Parkinson-White	49
5.5.	Препоръки за упражнения при лица с кардиомиопатии, миокардити и перикардити.....	41	5.6.3.1.	Прогностично и симптоматично значение на пароксизмалната суправентрикуларна тахикардия без преексцитация.....	49
5.5.1.	Хипертрофична кардиомиопатия.....	41	5.6.3.2.	Прогностично и симптоматично значение на преексцитацията.....	50
5.5.1.1.	Стратификация на риска при хипертрофична кардиомиопатия.....	41	5.6.4.	Преждевременни камерни съкращения и непродължителна камерна тахикардия	51
5.5.1.2.	Базална оценка на пациенти с HCM.....	41	5.6.4.1.	Отношение между брой преждевременни съкращения и риск.....	51
5.5.1.3.	Анамнеза.....	41	5.6.4.2.	Морфология на преждевременните камерни съкращения.....	51
5.5.1.4.	ECG в покой и амбулаторно ECG.....	41	5.6.4.3.	Преждевременни камерни контракции: отговор на упражнения.....	51
5.5.1.5.	Ехокардиография.....	41			
5.5.1.6.	Изобразяване със сърдечен магнитен резонанс.....	41			
5.5.1.7.	Работна проба.....	42			
5.5.1.8.	Генетично тестване	42			
5.5.1.9.	ESC рисков скор при HCM.....	42			
5.5.1.10.	Препоръки за упражнения	42			

5.6.4.4.	Практически подход при кардиологични пациенти с преждевременни камерни съкращения или непродължителна камерна тахикардия, които искат да участват в спортове	51
5.6.5.	Дълъг QT синдром	52
5.6.6.	Brugada синдром	52
5.6.7.	След имплантация на устройство	53
5.6.7.1.	Пейсмейкъри	53
5.6.7.2.	Имплантируеми кардиовертер дефибрилатори	54
5.7.	Препоръки за упражнения при лица с вродено сърдечно заболяване при възрастни	54
5.7.1.	Въведение	54
5.7.2.	Нарастващият брой спортисти с вродена сърдечна болест	55
5.7.3.	Не-сърдечни аномалии при вродена сърдечна болест и пара-олимпийски спорт	55
5.7.4.	Общи съображения при спортиста с вродено сърдечно заболяване	55
5.7.5.	Внезапна смърт по време на спорт	55
5.7.6.	Упражнения при спортисти с вродени сърдечни заболявания: актуални насоки и препоръки	55
5.7.7.	Оценка на спортиста с вродено сърдечно заболяване	56
6.	Ключови послания	58
7.	Недостатъчни доказателства	59
8.	Полови различия	60
9.	„Какво да правим“ и „какво да не правим“ от Препоръките	61
10.	Допълнителни данни	64
11.	Приложение	64
12.	Източници	65

Таблицы на препоръките

Общи препоръки за упражнения и спортове при здрави лица	19
Препоръки за сърдечно-съдова оценка и редовни упражнения при здрави лица на възраст >35 години	19
Специални съображения за лица със затлъстяване, хипертония, дислипидемия или диабет	22
Препоръки за упражнения при застаряващи лица	23
Препоръки за упражнения при лица в риск от атеросклеротична коронарна артериална болест и асимптоматични лица, при които коронарна артериална болест е открита при скрининг	25
Препоръки за физически упражнения при лица с дългогодишен хроничен коронарен синдром	27
Препоръки за връщане към упражнения след остър коронарен синдром	27
Препоръки за упражнения при млади лица/спортисти с аномален произход на коронарни артерии	29
Препоръки за упражнения/спорт при лица с миокарден мост	30
Препоръки за предписване на упражнения при сърдечна недостатъчност с намалена или междинна фракция на изтласкване	31

Препоръки за участие в спортове при сърдечна недостатъчност	32
Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица със сърдечна недостатъчност със запазена фракция на изтласкване	33
Препоръки за упражнения и участие в спорт при пациенти с трансплантация на сърце	33
Препоръки за упражнения и участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с аортна стеноза	34
Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна стеноза	35
Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация	36
Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация	36
Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с митрална регургитация	36
Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация	37
Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при лица с митрална стеноза	39
Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с митрална стеноза	39
Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица с аортна патология	40
Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с хипертрофична кардиомиопатия	42
Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с аритмогенна кардиомиопатия	44
Препоръки за упражнения при индивиди с некомпактна кардиомиопатия на лявата камера	45
Препоръки за упражнения при лица с дилатативна кардиомиопатия	46
Препоръки за упражнения при лица с миокардит	48
Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с перикардит	48
Препоръки за упражнения при лица с предсърдно мъждене	49
Препоръки за упражнения и участие в спортове при лица с пароксизмална суправентрикуларна тахикардия и преексцитация	50
Препоръки за упражнения при лица с преждевременни камерни съкращения или непродължителна камерна тахикардия	52
Препоръки за упражнения при удължен QT синдром	52
Препоръки за упражнения при синдром на Brugada	53
Препоръки за упражнения при лица с пейсмейкъри и имплантируеми кардиовертер дефибрилатори	54
Препоръки за упражнения при лица с вродени сърдечни заболявания	58

Списък на таблиците

Таблица 1. Класове препоръки	8
Таблица 2. Ниво на доказателствата	8

Таблица 3. Характеристики на упражнението	13
Таблица 4. Индекси на интензивността на упражненията при спортове за издръжливост в зони за максимално тестване и тренировки	16
Таблица 5. Сърдечно-съдови рискови категории	19
Таблица 6. Потенциални рискове за възрастни хора по време на упражнения	23
Таблица 7. Предписание за упражнения при възрастни хора	24
Таблица 8. Упражнения за възрастни хора според вид и интензивност на упражненията	24
Таблица 9. Гранични или не-интерпретируеми ECG находки	25
Таблица 10. Фактори, определящи риска от нежелани събития по време на интензивни упражнения и състезателни спортове при безсимптомни лица с дългогодишна коронарна артериална болест	25
Таблица 11. Високорискови характеристики за нежелани сърдечни събития, предизвикани от упражнения, при пациенти с атеросклеротична коронарна артериална болест	26
Таблица 12. Оптимална доза тренировъчни упражнения при пациенти с хронична сърдечна недостатъчност	31
Таблица 13. Фактори, влияещи върху намалената физическа активност (пиков V02) и намаления сърдечен дебит при лица със сърдечни трансплантации	33
Таблица 14. Класификация на риска за спортуване при пациенти с аортна патология	40
Таблица 15. Находки по време на инвазивно електрофизиологично изследване (с използването на изопреналин), показващо допълнителен път с повишен риск от внезапна смърт	50
Таблица 16. Входящи параметри за оценка при вродени сърдечни заболявания	56

Списък на фигурите

Фигура Централна илюстрация	
Умерена физическа активност трябва да се насърчава при всички лица със сърдечно-съдови заболявания	9
Фигура 1. Компоненти за изразяване на физическа годност	13
Фигура 2. Спортна дисциплина свързана с преобладаващия компонент (умение, сила, смесеност и издръжливост) и интензивност на упражненията. Интензивността на упражненията трябва да бъде индивидуализирана след максимално тестване на упражнения, тестване на поле и/или след тестване за мускулна сила	15
Фигура 3a. SCORE карти за европейско население на страни с ВИСОК и риск от сърдечно-съдово заболяване	17
Фигура 3b. SCORE карти за европейско население на страни с НИСЪК риск от сърдечно-съдово заболяване	18
Фигура 4. Предложен алгоритъм за сърдечно-съдова оценка при безсимптомни лица с рискови фактори за и възможен субклиничен хроничен коронарен синдром, преди да се включат в спортове за лица на възраст >35 години	20
Фигура 5. Клинична оценка и препоръки за спортно участие при лица с установена коронарна артериална болест	26
Фигура 6. Схематично представяне на най-честия аномален произход на коронарните артерии и свързания риск от внезапна сърдечна смърт	28
Фигура 7. Схематично представяне на миокарден мост	29
Фигура 8. Специфични маркери за повишен риск от внезапна сърдечна смърт с пролапс на митралната клапа	38
Фигура 9. Оценка преди участие на лица с вродени сърдечни заболявания	57

Съкращения и акроними

ACE	Angiotensin-converting enzyme Ангиотензин-конвертиращ ензим
ACHD	Adults with congenital heart disease Възрастни с вродено сърдечно заболяване
ACM	Arrhythmogenic cardiomyopathy Аритмогенна кардиомиопатия
ACS	Acute coronary syndromes Остри коронарни синдроми
AED	Automatic external defibrillator Автоматичен външен дефибрилатор
ANA	American Heart Association Американска сърдечна асоциация
AF	Atrial fibrillation Предсърдно мъждене
AFL	Atrial flutter Предсърдно трептене
AMI	Acute myocardial infarction Остър миокарден инфаркт
AN-SUD	Autopsy-negative sudden unexplained death Внезапна необяснима смърт с негативна аутопсия
AP	Accessory pathway Допълнителен път
AOCA	Anomalous origin of coronary arteries Аномален произход на коронарни артерии
AR	Aortic valve regurgitation Аортна клапа регургитация
ARVC	Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy Аритмогенна деснокамерна кардиомиопатия
AS	Aortic valve stenosis Аортна клапа стеноза
ASI	Aortic size index Индекс на аортния размер
AVNRT	Atrioventricular nodal re-entrant tachycardia Атриовентрикуларна нодална риентри тахикардия
AVRT	Atrioventricular re-entrant tachycardia Атриовентрикуларна риентри тахикардия
BAV	Bicuspid aortic valve Бикуспидна аортна клапа
BMI	Body mass index Индекс на телесната маса
BP	Blood pressure Кръвно налягане
BrS	Brugada syndrome Синдром на Brugada
CAC	Coronary artery calcium Коронарен артериален калций
CAD	Coronary artery disease Коронарна артериална болест
CCS	Chronic coronary syndrome Хроничен коронарен синдром
CCTA	Coronary computed tomography angiography Коронарна компютър-томографска ангиография
CHD	Congenital heart disease Вродена сърдечна болест
CKD	Chronic kidney disease Хронична бъбречна болест
CMD	Coronary microvascular dysfunction Коронарна микросъдова дисфункция

CMR	Cardiac magnetic resonance Сърдечен магнитен резонанс	HFref	Heart failure with reduced ejection fraction Сърдечна недостатъчност с намалена фракция на изтласкване
CPET	Cardiopulmonary exercise test Кардио-пулмонална работна проба	HRmax	Maximal heart rate Максимална сърдечна честота
CPR	Cardiopulmonary resuscitation Кардио-пулмонална ресусцитация	HRR	Heart rate reserve Резерв на сърдечната честота
CT	Computed tomography Компютърна томография	HTAD	Hereditary thoracic aortic disease Наследствено заболяване на гръдната аорта
CV	Cardiovascular Сърдечно-съдов/а/о/и	HTx	Heart transplant Трансплантация на сърце
CVA	Cerebrovascular accident Сърдечно-съдов инцидент	ICD	Implantable cardioverter defibrillator Имплантируем кардиовертер дефибрилатор
CVD	Cardiovascular disease Сърдечно-съдова болест	IMT	Intima-media thickness Дебелина интима-медия
DBP	Diastolic blood pressure Диастолно кръвно налягане	INOCA	Ischaemic and non-obstructive coronary artery disease Исхемична и необструктивна коронарна артериална болест
DCM	Dilated cardiomyopathy Дилатативна кардиомиопатия	LBBB	Left bundle branch block Ляв бедрен блок
EACPR	European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation Европейска асоциация за сърдечно-съдова превенция и рехабилитация	LDL	Low-density lipoprotein Липопротеин с ниска плътност
EAPC	European Association of Preventive Cardiology Европейската асоциация по превантивна кардиология	LEAD	Lower extremity artery disease Артериална болест на долните крайници
ECV	Extracellular volume Екстрацелуларен обем	LGE	Late gadolinium enhancement Късно гадолиниеве усилване
ECG	Electrocardiogram Електрокардиограма	LV	Left ventricular Лewокамерен/а/о/и
EDS	Ehlers Danlos syndrome Синдром на Ehlers Danlos	LVEDD	Left ventricular end-diastolic diameter Лewокамерен теледиастолен диаметър
EF	Ejection fraction Изтласкваща фракция	LVEF	Left ventricular ejection fraction Лewокамерна фракция на изтласкване
EP	Electrophysiological Електрофизиологичен/а/о/и	LVNC	Left ventricular non-compaction Лewокамерна некомпактност
ESC	European Society of Cardiology Европейско кардиологично дружество	LVOT	Left ventricular outflow tract Лewокамерен изходен тракт
Ex-R	Exercise-related Свързан/а/о/и с упражнения	LQTS	Long QT syndrome Удължен QT синдром
exCR	Exercise-based cardiac rehabilitation Базирана на упражнения сърдечна рехабилитация	MACE	Major adverse cardiovascular events Големи неблагоприятни сърдечно-съдови събития
FFR	Fractional flow reserve Фракционен резерв на кръвотока	MB	Myocardial bridge/bridging Миокарден мост/бриджинг
FITT	Frequency, intensity, time, and type Честота, интензивност, време и тип	MCE	Moderate continuous exercise Продължително умерено упражнение
HCM	Hypertrophic cardiomyopathy Хипертрофична кардиомиопатия	MET	Metabolic equivalent Метаболитен еквивалент
HDL	High-density lipoprotein Липопротеин с висока плътност	MFS	Marfan syndrome Синдром на Marfan
HF	Heart failure Сърдечна недостатъчност	MI	Myocardial infarction Миокарден инфаркт
HIIT	High-intensity interval training Интервални тренировки с висока интензивност	MR	Mitral regurgitation Митрална регургитация
HR	Heart rate Сърдечна честота	MS	Mitral stenosis Митрална стеноза
HFmrEF	Heart failure with mid-range ejection fraction Сърдечна недостатъчност със средно-степенна изтласкваща фракция	MVA	Mitral valve area Митрална клапа площ
HFpEF	Heart failure with preserved ejection fraction Сърдечна недостатъчност със запазена фракция на изтласкване	MVP	Mitral valve prolapse Пролапс на митралната клапа
		NSVT	Non-sustained ventricular tachycardia Непродължителна камерна тахикардия
		NYHA	New York Heart Association Ню-йоркската сърдечна асоциация

OAC	Oral anticoagulants Перорални антикоагуланти
PA	Physical activity Физическа активност
PAD	Peripheral arterial disease Периферна артериална болест
PAP	Pulmonary artery pressure Белодробно артериално налягане
PCI	Percutaneous coronary intervention Перкутанна коронарна интервенция
PCSK-9	Proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 Протеин конвертаза субтилизин/кексин тип 9
PET	Positron emission tomography Позитрон емисионна томография
PH	Pulmonary hypertension Пулмонална хипертония
PM	Pacemaker Пейсмейкър
PSVT	Paroxysmal supraventricular tachycardia Пароксизмална надкамерна тахикардия
PVC	Premature ventricular contraction Преждевременно камерна контракция
PVI	Pulmonary vein isolation Изоляция на белодробна вена
RBBB	Right bundle branch block Десен бедрен блок
RM	Repetition maximum Максимално повторение
RPE	Rating of perceived exertion Оценка на възприетото усилие
RT-PCR	Reverse transcriptase polymerase chain reaction Обратна транскриптаза полимеразна верижна реакция
RV	Right ventricular Деснокамерен/а/о/и
RVOT	Right ventricular outflow tract Деснокамерен изходен тракт
SBP	Systolic blood pressure Систолно кръвно налягане
SCA	Sudden cardiac arrest Внезапен сърдечен арест
SCAD	Spontaneous coronary artery dissection Спонтанна коронарна артериална дисекция
SCD	Sudden cardiac death Внезапна сърдечна смърт
SCORE	Systematic Coronary Risk Evaluation Системна оценка на коронарния риск
sPAP	Systolic pulmonary artery pressure Систолно белодробно артериално налягане
SPECT	Single-photon emission computed tomography Едно-фотонна емисионна компютърна томография
TIA	Transient ischaemic attack Преходна исхемична атака
TR	Tricuspid regurgitation Трикуспидална регургитация
T2DM	Type II diabetes mellitus Тип 2 захарен диабет
US	United States Съединени щати
VA	Ventricular arrhythmia Камерна аритмия
VAD	Ventricular assist device Устройство за камерно подпомагане

VF	Ventricular fibrillation Камерно мъждене
VT	Ventricular tachycardia Камерна тахикардия
VO2	Oxygen consumption Кислородна консумация
VO2max	Maximum oxygen consumption Максимална кислородна консумация
VO2peak	Peak oxygen consumption Максимална кислородна консумация
WADA	World Anti-Doping Agency Световна антидопингова агенция
WPW	Wolff-Parkinson-White Wolff-Parkinson-White

1. Увод

Препоръките обобщават и правят оценка на наличните доказателства с цел да помогнат на здравните специалисти да предложат най-добрата стратегия за поведение при конкретен пациент с дадено състояние. Препоръките и указанията им трябва да облекчат вземането на решение на здравните специалисти в ежедневната им практика. Окончателните решения обаче отнасящи се до конкретния пациент трябва да бъдат направени от отговарящите здравни професионалисти, придружени ако е необходимо от консултация с пациента и лицето, което се грижи за него.

В последните години бяха публикувани голям брой препоръки от Европейското кардиологично дружество (ESC), както и от други дружества и организации. Поради въздействието им върху клиничната практика, бяха създадени качествени критерии за създаване на препоръки, за да може всички решения да бъдат ясни за използващите ги специалисти. Указанията за формулиране и издаване на препоръки на ESC могат да бъдат намерени в уебсайта на ESC (<https://www.escardio.org/Guidelines/Clinical-Practice-Guidelines/Guidelines-development/Writing-ESC-Guidelines>). Препоръките на ESC представят официалната позиция на ESC върху дадена тема и се актуализират редовно.

В допълнение към публикуването на Препоръки за клиничната практика, ESC изпълнява Европейската програмата за изследователско наблюдение (EurObservational Research Programme) на международни регистри по сърдечно-съдови заболявания и интервенции, чиято оценка е съществена, диагностични/терапевтични процеси, използване на ресурси и придържане към Препоръките. Тези регистри имат за цел да осигуряват по-добро разбиране на медицинската практика в Европа и по света и придържане към Препоръките. Тези регистри целят да осигурят по-добро разбиране на медицинската практика в Европа и по света, базиращо се на висококачествени данни събрани по време на рутинната практика.

Нещо повече, ESC са развили и включили в този документ списък на качествени индикатори (QIs), които са средства за оценка на нивото на изпълнение на Препоръките и могат да бъдат използвани от ESC, болници, доставчици на здравни и професионални грижи за количествена оценка на клиничната практика, както и да се използва в образователни програми, заедно с ключовите послания на препоръките, за подобряване на качеството на грижите и клиничния изход.

Таблица 1: Класове на препоръките

Класове на препоръките	Дефиниция	Препоръки за употреба
Клас I	Доказателства и/или общо съгласие, че дадено лечение или процедура е благоприятно(а), полезно(а), ефективно(а).	Препоръчва се/ показано(а) е
Клас II	Противоречиви доказателства и/или разнопосочност на мненията относно полезността/ефикасността на дадено лечение или процедура.	
Клас IIa	Преобладаващите данни/мнения са в полза на полезност/ефикасност	Трябва да се вземе предвид
Клас IIb	Ползата/ефикасността е по-слабо установена с данни/мнения	Може да се вземе предвид
Клас III	Доказателства и/или общо съгласие, че дадено лечение или процедура не е благоприятно(а)/полезно(а)/ефективно(а), а в някои случаи може да бъде увреждащо(а)	Не се препоръчва

Таблица 2: Нива на доказателственост

Ниво на доказателственост A	Данни, получени от многобройни рандомизирани клинични изпитвания или мета-анализи.
Ниво на доказателственост B	Данни, получени от единично рандомизирано клинично изпитване или големи нерандомизирани проучвания.
Ниво на доказателственост C	Консенсус на експертни мнения и/или малки проучвания, ретроспективни проучвания, регистри.

Членовете на тази работна група бяха подбрани от ESC, включително представителство на съответните ESC групи под-специалности, с цел представителство на професионалисти представящи включени в медицинските грижи на пациенти с този вид патология. Подбрани експерти в тази област предприеха изчерпателен преглед на публикуваните данни за поведението при дадено състояние, съгласно политиката на Комитета за практически препоръки (CPG) на ESC. Беше извършена критична оценка на диагностичните и терапевтични процедури, включително оценка на съотношението полза-риск. Доказателственото ниво и силата на препоръките на конкретните възможни подходи бяха претеглени и степенувани според предефинираните скали очертани по-долу.

Експертите от групите за писане и ревизиране представиха декларация за интерес за всички взаимоотношения, които биха могли да се възприемат като реални или потенциални източници на конфликт на интереси. Декларациите им за интерес бяха прегледани съгласно правилника на декларациите за интерес на ESC, които могат да бъдат намерени в уебсайта на ESC (<http://www.escardio.org/guidelines>). Този процес осигурява прозрачност и предпазва от потенциални пристрастия в процесите на разработване и рецензиране. Всякакви промени в декларациите на интереси, които възникнат в периода на писане бяха съобщавани на ESC и обновявани. Работната група получи пълната си финансова подкрепа от ESC, без каквото и да е участие на индустрията по здравеопазване

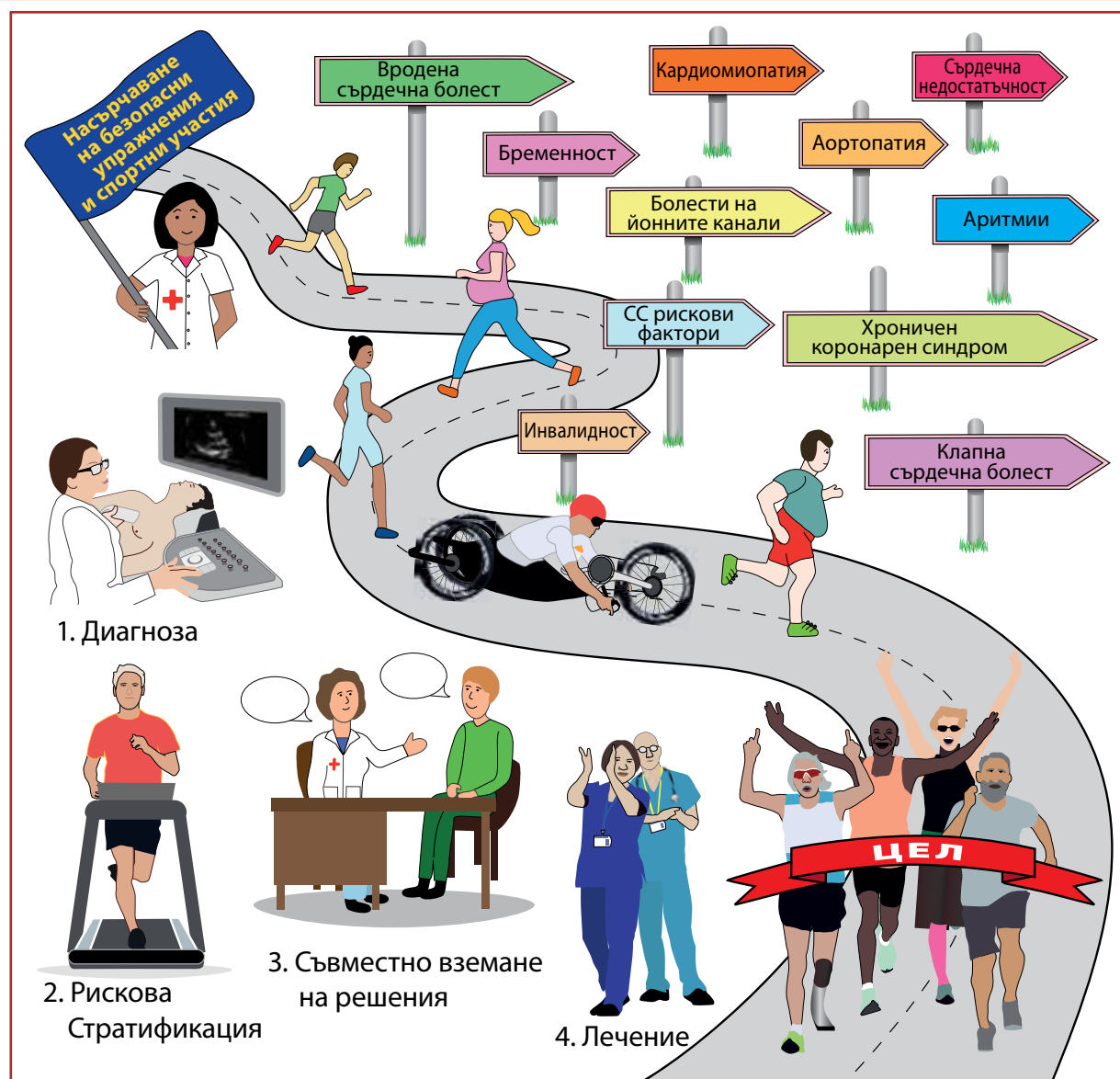
CPG на ESC надзирава и координира подготовката на нови Препоръки. Комитетът носи отговорност и за процеса на одобрение на тези Препоръки. Препоръките на ESC се подлагат на подробна ревизия от CPG и външни експерти. След подходящи ревизии Препоръките се одобряват от всички експерти включени в работната група. Окончателният документ се одобрява от CPG за публикуване в European Heart Journal (EHJ). Препоръките бяха разработени след внимателно съобразяване с научните и медицински познания и доказателствата, налични към момента на окончателното им създаване.

Задачата за разработване на Препоръки на ESC включва и създаване на образователни средства и програми за приложение на указанията, включително сбити джобни версии на препоръките, обобщаващи диапозитиви с основни послания, обобщаващи карти за неспециалисти и електронна версия за дигитално приложение (смартфони и т.н.). Тези версии са съкратени, поради което за по-подробна информация, потребителят трябва винаги да има достъп до версията с пълния текст на Препоръките, която е свободно достъпна през уебсайта на ESC и в уебсайта на EHJ. Националните кардиологични дружества от ESC се насърчават да одобряват, възприемат, превеждат и прилагат всички Препоръки на ESC. Необходими са програми за приложение, защото има доказателства, че изходът от заболяването може да бъде с благоприятен изход при пълно приложение на клиничните указания.

Здравните професионалисти се насърчават да вземат предвид изцяло Препоръките на ESC, когато прилагат клиничните им преценки, както и при определянето и приложението на превантивни, диагностични или терапевтични стратегии. Препоръките на ESC обаче не отменят по никакъв начин каквато и да е отговорност на здравните професионалисти да вземат правилни и точни решения в преценката на здравното състояние на всеки пациент и при консултация с конкретния пациент или лицето, което се грижи за него/нея, когато това е подходящо и/или необходимо. Здравният професионалист носи отговорност и за потвърждаване на правилата и регламентите приложими във всяка страна за лекарствата и устройствата към момента на предписване.

2. Въведение

Препоръките за физ. упражнения и критериите за допустимост за спортно участие при състезателни спортисти със сърдечно-съдови заболявания (CVD) бяха първоначално публикувани от Секцията по спортна кардиология на Европейското кардиологично общество (ESC) през 2005 г.¹, а някои аспекти бяха актуализирани впоследствие през 2018 г. и 2019 г.^{2,3} Целта на тези препоръки е да се сведе до минимум рискът от нежелани събития при висококвалифицирани спортисти. Важно е обаче да се признае, че по-голямата част от трениращото население се занимава с развлекателни спортове и самостоятелни развлекателни упражнения и за разлика от елитните спортисти, тези индивиди имат по-го-



Фигура Централна илюстрация: Умерената физическа активност трябва да се насърчава при всички лица със сърдечно-съдови заболявания. Подходящата стратификация на риска и оптималната терапия имат основно значение за предписване на упражнения за по-енергична дейност. Лицата трябва да бъдат включени в процеса на вземане на решения, а протоколът от дискусията, а планът за упражнения трябва да бъде записан в медицинската документация.

лямо разпространение на рисковите фактори за атеросклероза и установено CVD.

Редовната физическа активност (РА), включително системни упражнения, е важен компонент на терапията за повечето CVDs и е свързана с намалена сърдечно-съдова (CV) и смъртност от всички причини. В епоха, в която има нарастваща тенденция към заседнал начин на живот и нарастващо разпространение на затлъстяването и свързаните с него CVDs, насърчаването на РА и редовно упражнение е по-важно от всякога и на първо място сред приоритетите за всички научни общества по CV. Дори по време на рутинни консултации с други съображения, лекарите се насърчават да насърчават упражненията при всички пациенти.

Въпреки че е пропорционално рядък, упражнението може парадоксално да предизвика внезапен сърдечен арест (SCA) при лица със CVD, особено тези, които преди са били бездвижни или са имали напреднало CVD.^{4,5} Успоредно с усилията за насърчаване на упражнения при всички лица,⁶ се очаква, че лекарите ще бъдат изправени пред нарастващ брой запитвания от лица с установени рискови фактори за коронарна артериална болест (CAD) или установени CVDs относно участие в програми за упражнения и развлекателни дейности спортни дейности. Такива консултации трябва да постигнат баланс между многобройните ползи от упражнения, малкият риск от внезапна смърт и целите на пациента за сърдечно-респираторен фитнес и продължаващо участие в относително тежки упражнения след поставяне на CV диагноза.

Настоящите Препоръки за физ. упражнения и спортни участия при лица със CVD са първите по рода си от ESC. Спортната кардиология е сравнително нова и възникваща под-специалност, следователно доказателствената база за естествената история на прогресията на заболяването или на риска от смърт по време на интензивни упражнения и състезателен спорт сред лица със CVD е сравнително оскъдна. Това намира отражение във факта, че несъразмерно голям брой препоръки разчитат по-скоро на мъдростта и богатият опит на групата за консенсус, отколкото на проспективни проучвания. Ние признаваме присъщите трудности при формулирането на препоръки за всички сценарии в хетерогенна популация с разнообразен спектър от CVDs в светлината на ограничената наличност на доказателства. Следователно, тези препоръки не трябва да се считат за правно обвързващи и не трябва да обезкуражават отделните лекари да практикуват извън обхвата на този документ, въз основа на техния клиничен опит в спортната кардиология.

Където е възможно, Препоръките включват най-актуалните изследвания при упражняване на лица със CVD. Настоящите Препоръки се основават също на съществуващите Препоръки на ESC за разследване, оценка на риска и подход при лица със CVDs, за да помогнат на лекарите при предписване на програми за упражнения или даване на съвети за участие в спортове. Надяваме се, че този документ ще послужи като полезно клинично ръководство, но и като стимул за бъдещи изследвания оспоряващи утвърдената мъдрост.

В съответствие с добрата клинична практика, настоящият документ насърчава споделянето вземане на решения с пациента спортист и зачита автономността на индивида след предоставяне на подробна информация за въздействието на спорта и потенциалните рискове от усложнения и/или нежелани събития (*Централна илюстрация*). По същия начин, всички предписания за упражнения и свързаните с тях дискусии между лицето и лекаря трябва да бъдат документирани в медицинския рапорт.

3. Идентифициране на сърдечно-съдови заболявания и стратификация на риска при лица, участващи в развлекателни и състезателни спортове

3.1. Въведение

По-високите нива на физическа активност (РА) и фитнес са свързани с по-ниска смъртност по всякакви причини, по-ниски нива на CVD и по-ниско разпространение на няколко известни злокачествени заболявания.^{7–16} Въпреки значителните ползи за здравето, осигурени от редовната РА, интензивното физическо натоварване може парадоксално да действа като спусък за живото-застрашаващи камерни аритмии (VAs) в присъствието на подлежащо CVD. Всъщност, внезапната сърдечна смърт (SCD) е основната причина за спортна и свързана с упражнения смъртност при спортисти.^{17–19} Безопасността на автобиографията по време на спортни участия за лица на всички нива и възрасти е наложително да се избегнат катастрофални и често предотвратими SCD и се превърна в обща цел сред медицинските и спортни управляващи организации. Сърдечно-съдовата (CV) безопасност по време на спортни участия при лица на всички нива и възрасти е императивна, за да се избегне катастрофална и често предотвратима SCD и се е превърнала в обща цел сред медицинските и спортно-управителните организации.^{20–24}

Предварителният скрининг за CV, насочен към откриване на разстройства, свързани със CVD, е универсално подкрепен от големи медицински дружества.^{20–22,25,26} Въпреки това, най-добрият метод за скрининг на млади състезатели (<35 години) остава противоречив и са налични ограничени данни за насочване на препоръките при майстори спортисти (на възраст ≥35 години).

Скрининговите стратегии трябва да бъдат съобразени с целевата популация и специфичните заболявания с най-висок риск. SCD при млади спортисти се причинява от различни структурни и електрически нарушения на сърцето, включително кардиомиопатии, нарушения на йонните канали, коронарни аномалии и придобити сърдечни заболявания.^{17,27,28} При възрастни спортисти и възрастни спортисти атеросклеротичната CAD е основното състояние, водещо до големи неблагоприятни сърдечно-съдови събития (MACE).^{28,29}

3.2. Дефиниции за възстановителни и състезателни спортисти

ESC определя спортист като „лице от млада или зряла възраст, било то аматьор или професионалист, което се занимава с редовни тренировки с упражнения и участва в официално спортно състезание“.^{1,30} По същия начин Американската сърдечна асоциация (AHA) и други определят състезателния спортист като лице, участващо в редовни (обикновено интензивни) тренировки в организирани индивидуални или отборни спортове, с акцент върху състезанието и представянето.^{31,32} Спортистите, участващи в състезателни спортове, обхващат възрастовия спектър и

могат да се състезават на младежко, гимназиално, академично, университетско, полупрофесионално, професионално, национално, международно и олимпийско ниво. Разликата е, че спортистът-любител се занимава със спорт за удоволствие и развлечение, докато състезателният спортист е високо обучен с по-голям акцент върху представянето и победата. В предложената класификация на спортистите, базирана на минималния обем упражнения, „елитните“ спортисти (т.е. национален отбор, олимпийци и професионални спортисти) обикновено тренират ≥ 10 часа на седмица; „състезателни“ спортисти [т.е. спортисти от гимназията, колежа и по-възрастните (майстори) спортисти на клубно ниво] се упражняват ≥ 6 ч/седмица; и „развлекателните“ спортисти се упражняват ≥ 4 часа на седмица.³³ Това разграничение е донякъде произволно, тъй като някои спортисти за развлечение, като например колоездачи на дълги разстояния и бегачи, се упражняват в по-големи обеми от някои професионални спортисти, участващи в спортове за умения.

3.3. Свързани с физ. упражнения големи неблагоприятни сърдечно-съдови събития

MACE, свързани с упражнения, включват SCA и SCD; остри коронарни синдроми (ACS) като миокардна исхемия и миокарден инфаркт (MI); преходни исхемични атаки (TIA) и мозъчно-съдови инциденти (CVA); и надкамерни тахикардии.

SCA се определя като неочакван колапс поради сърдечна причина, при която се осигурява кардиопулмонална реанимация (CPR) и/или дефибрилация при лицето, независимо от резултата от оцеляването.^{17,27,32}

SCD се определя като внезапна неочаквана смърт, поради сърдечна причина или внезапна смърт в структурно нормално при аутопсията сърце, без друго обяснение за смъртта, и анамнеза, съответстваща на сърдечна смърт (т.е. изискваща сърдечна реанимация).^{17,27,32}

За да се сравнят съобщените по-рано данни за SCA и SCD, като се използват променливи дефиниции, времето на събитието трябва да бъде категоризирано като настъпило по време на епизода, в рамките на първия час след тренировка или между 1 до 24 часа след тренировката.³⁰ Дейността по време на събитието може допълнително да се характеризира като възникваща по време на тренировка или състезание, в покой или по време на сън.³⁰

Индукцираното от упражнения ACS най-вероятно ще засегне възрастни и възрастни спортисти и в повечето случаи е резултат от руптура на атеросклеротична плака и коронарна тромбоза.^{34,35} Повече от 50% от пациентите, които получават остър MI (AMI) и SCA, не са имали предшестваша симптоми или известна анамнеза за CAD.^{36,37} При спортисти с дългосрочна издръжливост SCA и миокардна исхемия могат да възникнат и от исхемия на „повишените нужди“, поради дисбаланс между предлагането и търсенето на кислород в резултат на стабилна калцирана плака и фиксирана стеноза.³⁸ В проучване на състезания по маратон и полумаратон в САЩ, нито един от бегачите със SCA със сериозна ($> 80\%$ коронарна стеноза в проксимална лява коронарна артерия или три съдова болест) коронарна атеросклероза не е имал ангиографски данни за остра разкъсване на плака или тромб.³⁸

3.4. Честота на внезапна сърдечна смърт при спортисти

Настоящите оценки на честотата на SCD при състезателни спортисти варират от почти 1 на милион до 1 на 5000 спортисти годишно.^{17,39,40} Различията в настоящите оценки се дължат до голяма степен на непоследователната методология на изследване и хетерогенните популационни сравнения.

Тъй като докладването на SCD при спортисти не е задължително в повечето страни, проучванията рискуват да подценят истинската честота поради непълно потвърждение на случая. Например, проучвания, използващи медийни съобщения като техен основен източник за откриване на инциденти на SCD, идентифицират само 5–56% от случаите, дори при високопоставени състезатели спортисти.^{41–44} По същия начин, използването на катастрофални застрахователни искове като единствен метод за идентифициране на случаи е пропуснало 83% от случаите на SCD и 92% от всички случаи на SCA при спортисти от гимназията в Минесота.^{40,45}

Популацията на спортистите, която се изследва, също трябва да бъде точно определена. Статистиката на преброяването на населението, проучванията в напречно сечение и данните за участието на спортисти, които се представят самостоятелно, дават по-малко надеждни изчисления. Трябва да се имат предвид и други подробности за изследването. Проучването включва ли всички случаи на SCA (оцелели плюс смъртни случаи) или само SCD? Включва ли изследването случаи, възникващи по всяко време (т.е. по време на упражнения, почивка или сън), или само такива, които се случват по време на спорт? Проучванията показват, че 56–80% от SCA при млади спортисти се появява по време на тренировка, а останалата част е извън усилие.^{17,18,46}

Доказателствата потвърждават, че някои спортисти показват по-висок риск от SCA въз основа на пол, раса или спорт.^{17,40,41,45–50} Честотата на инцидентите е постоянно висока при мъжете спортисти, отколкото при жените спортисти, като относителният риск варира от 3: 1 до 9: 1 (мъже: жени).^{17,45,47–49,51,52} Черните атлети от африкански карибски произход също имат по-висок риск от белите атлети. Сред американските спортисти от колежа мъжете са имали по-висок риск от жените (1 на 38 000 срещу 1 на 122 000), а чернокожите атлети са имали 3,2 пъти по-висок риск от белите атлети (1 на 21 000 срещу 1 на 68 000).¹⁷ Мъжете баскетболисти са имали най-високия годишен риск от SCD (1 на 9000), а черните мъже баскетболисти са имали риск 1 на 5300.¹⁷ Въз основа на наличните проучвания и систематичен преглед на литературата, общоприета годишна честота на всички SCA е приблизително 1 на 80 000 при спортисти в гимназиална възраст и 1 на 50 000 при спортисти в колежанска възраст.⁵⁰ Атлети от мъжки пол, чернокожи атлети, баскетболисти (САЩ) и футболисти (Европа) представляват по-високорискови групи. Има ограничени оценки за младежи, професионални и майстори спортисти.

3.5. Етиология на внезапната сърдечна смърт по време на физ. упражнения

SCD при млади спортисти обикновено се причинява от генетично или вродено структурно сърдечно заболяване.^{17–19,42,53,54} Въпреки това, аутопсионно негативна внезапна необяснима смърт (AN-SUD), наричана още синдром на внезапна аритмична смърт, се съобщава при послесмъртно

изследване при до 44% от предполагаемите случаи на SCD, в зависимост от изследваната популация.^{17,28,42,53–56} При видими здрави млади спортисти, разпространението на сърдечни заболявания, свързани със SCD, е приблизително 0,3% и тази цифра се подкрепя от множество проучвания, използващи неинвазивни инструменти за оценка за откриване на сърдечни нарушения с повишен риск от SCD.^{20,57–65}

При спортисти на възраст над 35 години повече от 80% от всички SCD се дължат на атеросклеротична CAD, а енергичното физическо натоварване е свързано с повишен риск от AMI и SCD.^{34,66–70} Атлетите, изложени на най-голям риск, са тези с малко или никакъв опит в систематичните тренировки.

3.6. Видове скрининг за сърдечно-съдови заболявания при млади спортисти

Повечето експерти смятат, че ранното откриване на потенциално смъртоносни нарушения при спортистите може да намали CV заболяемост и смъртност чрез рискава стратегия, специфични за болестта интервенции и/или модификации на упражненията.^{22,57,58,71} Скринингът за CV чрез анамнеза и физикален преглед или чрез електрокардиограма (ECG) представя уникални предизвикателства и ограничения. Няколко проучвания са документирали ниската чувствителност и високата степен на положителен отговор на въпросниците за медицинска история преди участие.^{64,65,72–75} В проучвания за CV скрининг, при които опитни клиницисти използват съвременни стандарти за интерпретация на ECG, скринингът с ECG превъзхожда анамнезата и физикалния преглед във всички статистически показатели за ефективност.^{58,59,62,64,65,74,76}

Ехокардиографията може да идентифицира допълнителни структурни нарушения, но няма достатъчно доказателства, за да се препоръча ехокардиограма за рутинен скрининг.⁷⁷

3.7. Скрининг за сърдечно-съдови заболявания при по-възрастни спортисти

Препоръките и доказателствената база за скрининг на CV при спортисти на възраст >35 години са ограничени. CV скринингът при възрастни и възрастни спортисти трябва да е насочен към по-голямото разпространение на атеросклеротична CVD. Въпреки това, рутинният скрининг за исхемия с тестове с натоварване при безсимптомни възрастни има ниска положителна прогностична стойност и голям брой фалшиво положителни тестове, и не се препоръчва.^{78–80}

Скрининговата ECG все още може да открие недиагностицирани кардиомиопатии и първични електрически разстройства при по-възрастни спортисти, а оценката на рисковия фактор за CVD може да идентифицира лица с висок риск, които налагат допълнителни тестове. По този начин, в съответствие с документ за позицията на ESC от 2017 г. за скрининг на CV преди участие, тестовите за ECG с упражнения трябва да бъдат запазени за симптоматични спортисти или тези, за които се счита че са изложени на висок риск от CAD на базата на систематична оценка на коронарния риск SCORE (ESC 2017 Systematic Coronary Risk Evaluation), (вижте глави 4 и 5).^{6,81}

Работните проби също могат да бъдат полезни за преценяване на реакцията на кръвното налягане (BP) при упражнения, появата на аритмии, предизвикани от упражнения, както и за оценка на симптомите или физическото изпълнение и връзката му с работното тестване.⁸¹ При възрастни и лица с напреднала възраст, особено тези, които не са упражнявали умерени до енергични PA, работните тестове или кардиопулмоналните работни тестове (CPET) са полезно средство за оценка на цялостното здравословно CV състояние и изпълнение, което позволява индивидуализирани препоръки по отношение на спортове и вид интензивност на упражнението, които ще бъдат обсъдени в следващи раздели.⁸²

4. Участие във физическа активност, развлекателни упражнения и състезателни спортове

4.1. Общо въведение

Препоръките за предписване на упражнения изискват основни познания за физиологичните реакции на упражнения, заедно с разбиране на понятията и характеристиките на PA, интервенции в упражненията и приложенията им за спортното участие.

Макар че понятията упражнения и PA се използват често като взаимнозаменяеми, важно е да се признае, че тези термини се различават. PA се дефинира като всяко телесно движение, произведено от скелетната мускулатура, което води до разход на енергия. Упражненията или от друга страна тренирането на упражнения, е по дефиниция PA, която е структурирана, повтаряща се и имаща за цел подобряване или поддържане на един или повече компоненти на физическата форма.⁸³

Физическата способност може да бъде изразена чрез пет големи компонента (Фигура 1):⁸³ морфологична компонента (телесна маса отнесена към височина, телесен състав, разпределение на подкожните мазнини, коремна висцерална мазнина, костна плътност и гъвкавост;⁸⁵ двигателен компонент (пъргавина, баланс, координация, скорост на движение);⁸⁵ кардиореспираторен компонент (издръжливост или субмаксимален капацитет за упражнения, максимална аеробна мощност, сърдечна функция, белодробна функция, BP); и метаболитен компонент (глюкозен толеранс, инсулинова чувствителност, липиден и липопротеинов метаболитизъм, характеристики на субстратната оксигенация).⁸⁶

4.1.1. Определение и характеристики на намесите с упражнения

Основните принципи на предписването на упражнения са описани с помощта на концепцията „FITT“ (честота, интензивност, време и тип). Начинът на упражняване (Таблица 3) е също важна характеристика. Следващите раздели ще опишат всеки от тези компоненти, свързани с аеробни упражнения, последвани от компоненти на силови упражнения.

4.1.1.1. Вид упражнение

По традиция, различните форми на упражнения се класифицират в двоични термини, като упражнения за издръжливост или съпротива (сила). Тази класификация обаче е донякъде опростена. Допълнителните класификации на упражненията са свързани с метаболитизъм (аеробни спрямо анаеробни



Фигура 1: Компоненти за изразяване на физическа годност.

упражнения) или такива, свързани с вида на мускулната контракция: изотонична [контракция срещу съпротива, при която дължината на мускула се съкращава (концентрична) или се удължава (ексцентрична)] и изометрична (статична или без промяна в дължината на мускула).

Таблица 3: Характеристики на упражнението

Честота:

- Сесии/седмица
- Пристъпни упражнения

Интензивност:

- Издръжливост: пиков % VO₂, пик или % пикова HR или % HRR
- Сила или мощност: % 1RM или % 5RM, или % пикова HR, или % HRR за смесено упражнение

Време:

- Продължителност на
 - ♦ програма с упражнения за седмици или месеци
 - ♦ дни с тренировки седмично
 - ♦ тренировъчни сесии дневно
 - ♦ продължителност на тренировъчната сесия в часове.

Тип:

- Издръжливост (тичане, каране на колело, гребане, вървене, плуване)
- Тренировка за сила на съпротивление
- Скорост и поносимост на скорост
- Гъвкавост (седни и достигни, тест за разтягане на гърба, тест за странична подвижност)
- Координация и баланс

Модел тестове за упражняване:

- Метаболитни: аеробни срещу анаеробни
- Мускулна работа:
 - изометрични – изотонични
 - динамични (концентрични, ексцентрични) срещу статични
 - непрекъснати срещу интервални
 - големи или малки мускулни групи

HR = сърдечна честота; HRR = резерв сърдечна честота; RM = максимално повтаряне; VO₂ = кислородна консумация; VO_{2peak} = максимална (пикова) кислородна консумация.

Аеробните упражнения се отнасят до активност, изпълнявана с интензивност, която позволява метаболизъм на съхранената енергия да се случва главно чрез аеробна гликолиза. Освен гликолитичния път, по време на аеробни упражнения участва и метаболизъм на мазнините (β-окисление). Аеробните упражнения включват големи мускулни групи, изпълняващи динамични дейности, което води до значително увеличаване на сърдечната честота и енергийните разходи. Примери за аеробни упражнения включват колоездене, бягане и плуване, изпълнявани с ниска до умерена интензивност.⁸⁴ За разлика от това, анаеробното упражнение се отнася до движение, изпълнявано с висока интензивност, което не може да се поддържа само чрез доставяне на кислород и изискващо метаболизъм на съхранената енергия да бъде осъществяван до голяма степен чрез анаеробна гликолиза. Продължително изометрично мускулно действие, което не работи максимално, но не зависи непременно изцяло от кислород по време на мускулна контракция, е пример за анаеробно упражнение. Друг пример за анаеробно упражнение са периодични високо-интензивни упражнения.⁸⁵

4.1.1.2. Честота на упражненията

Честотата на упражненията обикновено се изразява като брой пъти, в които даден човек се занимава с упражнения седмично. Препоръките предлагат умерените упражнения да се изпълняват през повечето дни от седмицата, в размер на минимум 150 минути на седмица.

4.1.1.3. Интензивност на упражненията

От всички основни елементи на предписване на физ. упражнения, интензивността на упражненията обикновено се счита за най-решаващо за постигане на аеробен фитнес и за най-благоприятно въздействие върху рисковите фактори.^{86,87} Абсолютната интензивност се отнася до скоростта на енергийните разходи по време на упражнение и обикновено се изразява в kcal/min или метаболитни еквиваленти

(METs).^{84,88} Относителната интензивност на упражнението се отнася до част от максималната мощност (натоварване) на индивида, която се поддържа по време на тренировка и обикновено се предписва като процент от максималния аеробен капацитет (VO2max) въз основа на CPET.⁸⁸ Интензивността на тренировката може също да бъде изразена като процент от максималната сърдечна честота (HRmax), записана по време на работен тест⁸⁹ или предсказана въз основа на уравнението $[HRmax = 220 - \text{възраст}]$.⁹⁰ Използването на уравнения за прогнозиране за HRmax не се препоръчва, тъй като има голямо стандартно отклонение около регресионната линия между възрастта и HRmax.⁹¹ Алтернативно, интензивността на упражненията може да бъде изразена като процент от резерва на HR на дадено лице (HRR), който използва процент от разликата между HRmax и HR в покой и го добавя към HR в покой (формула на Karvonen).⁹² Има предупреждения относно използването на HR за предписване и оценка на интензивността на упражненията при лица, приемащи бета-блокери.⁹³ В идеалния случай, получената за тренировка HR трябва да се използва, само ако функционалната способност (извършен е работна проба) е била определена при едновременен прием на лекарствата. Интензивността също се наблюдава често, като се използва скала на възприетото усилие (напр. 12–14 по скалата на Borg, включваща 6–20) или „тест за разговор“, напр. „да мога да говоря, докато тренирам“.^{91,94} Общите зони за различен интензитет на упражненията са показани в Таблица 4.

4.1.1.4. Обем на трениране

Интензивността на упражненията е в обратна връзка с времето за упражнения. Техният продукт (в kcal или kJ) определя обема на всяка тренировъчна единица, което от своя страна, умножено по честотата, осигурява оценка на енергийните разходи на тренировъчния двубой или сесия. Честотата на тренировъчните сесии и продължителността на тренировъчния период дават общите енергийни разходи на дадена тренировъчна програма. Спазването на указанията за минимална активност е приблизително равно на 1000 kcal/седмица или около 10 MET/h/седмица (произведение на нивото на MET и седмичната продължителност в часове). Обемът на тренировката трябва да се увеличава ежеседмично или с 2,5% интензивност,⁹⁵ или с 2 мин. продължителност,⁹⁵ въпреки че скоростта на прогресията трябва да бъде индивидуализирана според биологичната адаптация на лицето. Адаптирането на тренировките също се влияе от възрастта, генетиката,⁹⁶ фитнеса и факторите на околната среда, като хидратация, топлина, студ и надморска височина.⁹⁷

4.1.1.5. Тип трениране

Аеробни тренировки. Аеробните тренировки могат да бъдат непрекъснати или интервални. Съществуват множество доказателства и много препоръки за непрекъснатите аеробни упражнения, но се появяват и сериозни доказателства за ползи от тренировки от интервален тип. Интервалният дизайн включва завършване на кратки пристъпи на упражнения с висока интензивност, редувани от периоди на възстановяване. В сравнение с непрекъснатото натоварване, този подход предоставя по-голямо предизвикателство за сърдечно-белодробната, периферната и метаболитната системи и води до по-ефективен тренировъчен ефект.⁹⁸ Съобщава се, че интервалното трениране е мотивиращо, тъй като традиционното непрекъснато трениране може често да бъде отегчително. Интервалното обучение трябва да се

използва само при кардиологично стабилни пациенти, тъй като поставя под по-голям стрес CV система.⁹⁹ Тъй като периодичното обучение излага лицата на почти максимално усилие, предпочитанията са към интервали за почивка с подходяща продължителност, за предпочитане активни.¹⁰⁰ Съотношението упражнения към почивка варира.¹⁰¹ Използват се редица различни подходи, които трябва да бъдат индивидуализирани в зависимост от пригодността и съпътстващите заболявания.

Трениране за съпротива/сила. *Интензивност на упражнението:* Интензивността на тренировката за съпротива обикновено се предписва с едно максимално повторение (1 RM). Един RM се дефинира като максималното количество тегло, което човек може да вдигне през целия диапазон на движение с едно повторение. Въпреки че представянето на 1 RM изглежда безопасен подход за оценка на силата¹⁰² и не са докладвани значими CV събития, използващи този подход,¹⁰³ за удобство и съображения за съответствие се препоръчва използването на множество (обикновено пет) повторения (5 RM). Пет RM е максималното количество тегло, което може да се извърши пет пъти. Има съобщения, че 1 RM може да бъде точно оценен от множество повторения и че 5 RM е подходящо отражение на максималната сила.¹⁰⁴

Тренировъчни зони: Тренировките за съпротива, използващи по-малко от 20% 1 RM, обикновено се считат за аеробно обучение за издръжливост. С повече от 20% 1 RM, мускулните капиляри се компресират по време на мускулна контракция, което води до хипоксичен стимул, отговорен за тренировъчните ефекти. Броят на повторенията трябва да бъде в обратна връзка с интензивността на тренировката. Умерената тренировъчна интензивност от 30–50% 1 RM с 15–30 повторения се счита за тренировка за мускулна издръжливост. По-високата интензивност на тренировка от 50–70% 1 RM с 8–15 повторения са оптимални за увеличаване на силата.

Тренировъчен обем: Оптимално увеличаване на силата се получава, когато тренировките за съпротива се извършват 23 пъти седмично. Подходите към тренировки за съпротива често следват *стационарен* или *верижан* подход. При първия подход хората обикновено изпълняват всички серии от упражнения за дадена мускулна група, преди да преминат към друго упражнение и мускулна група. При следващия подход хората обикновено изпълняват един набор за дадена мускулна група и след това се завъртат към друго упражнение и мускулна група, докато завършат пълния набор от упражнения за дадена мускулна група. Трябва да се извършат една до три групи от 8–15 повторения, включващи флексия и екстензия на всяка мускулна група. Няколко комплекта превъзхождат един комплект.¹⁰⁵ Трябва да се предпишат 8–10 разнообразни упражнения за съпротивление, за да бъдат обхванати повечето мускулни групи.⁸⁸ Мускулната сила се поддържа най-добре, когато се използват интервали за почивка от 3–5 минути, вместо кратки интервали за почивка (<1 минута).¹⁰⁶

Начин на трениране: Упражнението за съпротива може да бъде или изометрично (т.е. непроменена мускулна дължина без движение на ставата) или динамично (свиване с промяна в дължината на мускула и движението на ставата през диапазон на движение). Изометричните (статични) мускулни действия могат да предизвикат маневра на Valsalva при умерени до високи натоварвания, ако това не е умишлено предотвратено чрез редовно дишане, което може да доведе до ненужно колебание на ВР. Динамичната тренировка може

да включва постоянно или променливо съпротивление през всички различни движения, чрез използване на свободни тежести или машини с тежести. И при двата метода видът на свиване и скоростта на движение варират през целия обхват на движение. Този тип мускулна активност отразява натоварването на мускулите, с което се сблъсква ежедневната дейност. Мускулите могат да се свиват концентрично, при което се наблюдава скъсяване на мускулите по време на движение, или ексцентрично, при което се наблюдава удължаване на мускула. Упражнението за съпротива е усъвършенствано приложение, при което участниците извършват поредица от бързи концентрични и ексцентрични мускулни действия, често при относително голямо натоварване.

4.1.2. Класификация на упражнения и спортове

Прецизната класификация на спортовете чрез използване на различните компоненти на FITT е трудна поради разликите във вида на мускулната работа, режима и обема и интензивността на упражненията. Освен това, повечето спортове се състоят от изотоничен и изометричен мускулен компонент. Например, съпротивителните действия могат да се извършват по преобладаващо динамичен начин или преобладаващо статичен начин. Някои спортове изискват висок компонент на моторно управление и ниво на умения, докато други спортове се изпълняват с ниска, умерена, висока или много висока интензивност. Тези интензитети могат да варират в зависимост от вида спорт или професионалното, аматьорското или развлекателното ниво на изпълнение на спорта.

Когато предоставя съвети относно програмата за упражнения или спортно участие, лекарят трябва да посочи: (i) вида на спорт; (ii) честота и продължителност на програмата

за упражнения; и (iii) интензивността, която изглежда най-подходяща за индивида.

1. Що се отнася до избора на най-удобния спорт, лекарят може да посочи вида спорт, както е илюстриран във *Фигура 2* (умение, сила, смесен или издръжливост), с уточняване на честотата, продължителността и интензивността на мускулната работа, която трябва да бъдат предпочитано поддържани по време на програмата за упражнения.
2. За да се предпише адекватно индивидуалната интензивност на издръжливост или смесен тип упражнение или спорт, лицето трябва да извърши максимален работен тест с 12-канален ECG запис или, за предпочитане, ако е възможно, с едновременно измерване на обмяна на дишателни газове (CPET).

Познаването на максималния работен капацитет на дадено лице позволява на здравния специалист да определи персонализирана програма за упражнения, която е безопасна и най-вероятно ще бъде ефективна. Работната проба позволява формулиране на подходящо предписание за упражнение въз основа на добре признати индекси, включително резерв на сърдечната честота ($HRR = HR_{max} - HR_{rest}$), VO_2 резерв, вентилаторен праг, или процент от работната норма за дадено лице.

Тестът за физическо натоварване също така позволява оценка на всички аномални CV реакции, които иначе може да не са очевидни по време на обичайните ежедневни дейности (включително симптоми, ESG аномалии, аритмии или абнормен BP отговор). Въз основа на резултатите от работните проби лекарят може да посочи интензивността, режима и

	Умение	Сила	Смесено	Издръжливост
				
НИСКО	Голф (бъги) Голф (18 дупки ходене) Тенис на маса (по двойки) Тенис на маса (поединично)	Стреляне (развлекателно) Диск (развлекателен) Алпийски ски (развлекателно)	Футбол (адаптиран) Баскетбол (адаптиран) Хандбал (адаптиран)	Бягане Ходене на дълго разстояние Плуване (развлекателно) Бързо ходене
СРЕДНО	Стрелба Кърлинг Болинг Ветроходство Управление на яхта Яздене	Тичане на кратко разстояние Стрелба Диск Алпийски ски Джудо/карате Вдигане на тежести	Волейбол (адаптиран) Тенис (по двойки) Хокей на лед Хокей Ръгби Фехтовка	Бягане на средно/дълго разстояние Стилов танц Колоездене (по шосе) Плуване средно/дълго разстояние Кънки на дълго разстояние
ВИСОКО		Борба Боксиране	Тенис (поединично) Водна топка Футбол (състезателен) Баскетбол (състезателен) Хандбал (състезателен)	Пентатлон Гребане Гребане на кану Ски-бягане Биатлон Триатлон
				
	Ниска интензивност	Средна интензивност	Висока интензивност	

Фигура 2: Спортна дисциплина свързана с преобладаващия компонент (умение, сила, смесеност и издръжливост) и интензивност на упражненията. Интензивността на упражненията трябва да бъде индивидуализирана след максимално тестване на упражнения, тестване на поле и/или след тестване за мускулна сила (Таблица 2).

продължителността на упражнението, които изглеждат най-подходящи за отделния пациент (вижте Таблица 4).

За силови спортове или тренировки за съпротива са необходими допълнителни максимални мускулни тестове, за да се определи 1 RM или 5 RM. Процентът от тези стойности, броят на повторенията и броят на сериите ще дадат възможност за определяне на CV и мускулните нужди. Освен това, полевите тестове ще улеснят подходящите предписания, главно за отборни спортове.

Когато предписват силови спортове за лица със CVD, трябва да се има предвид и видът мускулна работа: изометрични (статични) или изотонични (динамични) силови упражнения. Освен това, видът и количеството тренировъчни упражнения при подготовката за даден спорт са много важни. Количеството упражнения трябва да се адаптира постепенно, в зависимост от действителната поносимост към упражненията на лицето и към очакваното ниво на изпълнение.

4.2. Препоръки за упражнения при лица със сърдечно-съдови рискови фактори

4.2.1. Общо въведение

Физическите упражнения имат положителен ефект върху няколко рискови фактора за атеросклероза.⁶ Редовното упражнение намалява риска от много неблагоприятни последици за здравето, независимо от възрастта, пола, етническата принадлежност или наличието на съпътстващи заболявания. В действителност съществува зависимост доза–ефект между упражненията и CV смъртност и тази от всички причини, с 20–30% намаление на нежеланите събития в сравнение с обездвижените лица.^{107,108} Съответно, Европейските Насоки препоръчват здравите съзрели от всички възрасти да изпълняват минимум 150 минути тренировка за издръжливост с умерена интензивност в продължение на 5 дни или 75 минути енергични упражнения на седмица в продължение на 3 дни, с допълнителна полза, получена чрез удвояване на количеството до 300 минути с умерена интензивност или 150 минути енергична аеробна ПА на седмица.⁶

Въпреки че упражненията са полезни и при пациенти с установена CVD, рискът, свързан с енергични упражнения и спорт при тези индивиди, е увеличен. Важно е, че CVD може да е субклинична и неразпозната; следователно оценката

на риска трябва да се вземе предвид преди участието при лица с по-голяма вероятност от CVD. Хората с множество рискови фактори са по-склонни да развият CVD. Оценката на индивидуалната вероятност от субклинична CVD може да се извърши чрез изчисляване на натрупания риск чрез използване на установени рискови скорове, като рисковите диаграми SCORE (Фигура 3) и отчитане на индивидуални рискови фактори, като много висок общ холестерол и липопротеин с ниска плътност (LDL), захарен диабет или изразена фамилна анамнеза за CVD.⁶ Въз основа на тази оценка индивидуалният CV риск може да бъде категоризиран от нисък до много висок риск (Таблица 5).

Предварителната оценка трябва да се състои от само-оценка, свързана със симптомите и изчисляване на SCORE. Лицата, които са обичайно активни и са с нисък или умерен риск, не трябва да имат никакви ограничения за упражнения, включително състезателни спортове. Обездвижените лица и лица с висок или много висок риск могат да се включат в упражнения с ниска интензивност без допълнителна оценка. Обездвижените лица и/или тези с висок или много висок риск, планиращи да предприемат упражнения с висока интензивност, както и избрани лица, които планират да предприемат упражнения със средна интензивност, трябва да се подложат на физикален преглед, 12-канална ECG и работен тест. Целта на работната проба е да се идентифицират прогностично важна CAD и да се прецени наличието на аритмии, предизвикани от упражнения. Лицата със симптоми, необичайни находки при физикален преглед, патологична ECG или патологичен тест за физическо натоварване трябва да бъдат изследвани допълнително, в съответствие с настоящите препоръки на ESC при хронични коронарни синдроми.¹¹⁰ След обичайните изследвания не трябва да има ограничения за спортно участие. Всички хора обаче трябва да бъдат напълно информирани, че развитието на симптоми по време на тренировка трябва да доведе до преоценка.

Докато нормална работна проба и висок физически капацитет са свързани с добра прогноза, тестът има ограничена чувствителност при диагностициране на лека до умерена обструктивна CAD.^{111,112} Понастоящем, няма доказателства за необходимост от включване на рутинно сърдечно изобразяване в скрининг за предварителна подготовка сред безсимптомни лица на възраст >35 години с нормален стрес тест. Въпреки това, при безсимптомни възрастни, за които се смята, че са с висок или много висок риск (диабет, голямо фамилно обременяване с CAD, предишна оценка на риска, предполагаща висок риск от CAD), трябва да се вземе

Таблица 4: Индекси на интензивността на упражненията при спортове за издръжливост в зони за максимално тестване и тренировки

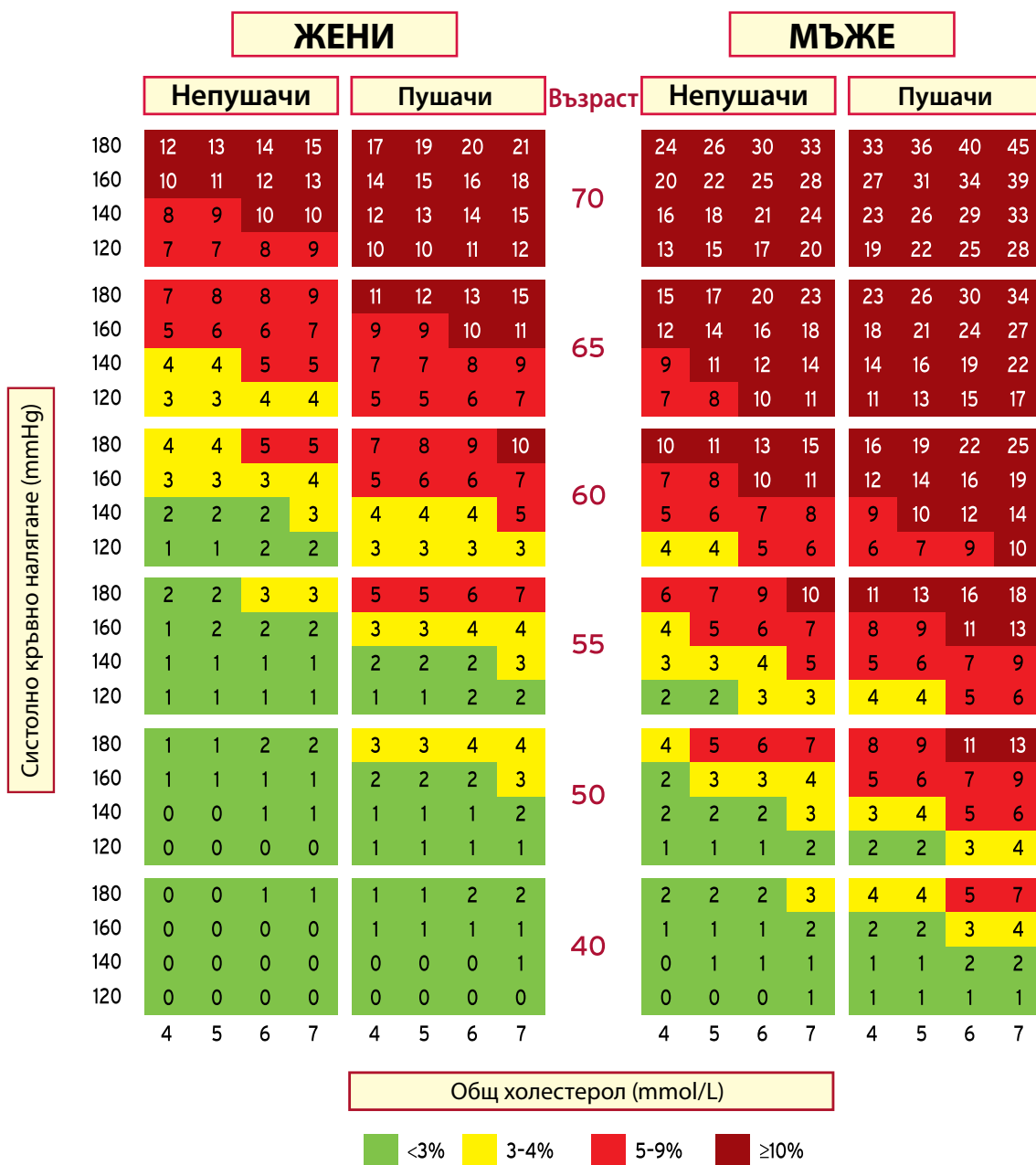
Интензивност	VO ₂ max (%)	HRmax (%)	HRR (%)	RPE (%)	Зона на трениране
Малка интензивност, леко упражнение ^a	<40	<55	<40	10–11	Аеробна
Упражнение с умерена интензивност ^a	40–69	55–74	40–69	12–13	Аеробна
Висока интензивност ^a	70–85	75–90	70–85	14–16	Аеробна + лактат
Упражнение с много висока интензивност ^a	>85	>90	>85	17–19	Аеробна + лактат + анаеробна

HRmax = максимална сърдечна честота; HRR = резерв сърдечна честота; RPE = скорост на възприемано усилие; VO₂max = максимална кислородна консумация.

^a Адаптирано от източници^{84,85} чрез използване на зони за обучение, свързани с аеробни и анаеробни прагове. Упражненията с ниска интензивност са под аеробния праг; умерените са над аеробния праг, но не достига анаеробната зона; високата интензивност е близо до анаеробната зона; и много интензивните упражнения са над анаеробния праг. Продължителността на упражнението също ще повлияе до голяма степен на това разделение по интензивност.

SCORE диаграма на сърдечно-съдовия риск 10-годишен риск от фатална CVD

Високо-рискови региони в Европа

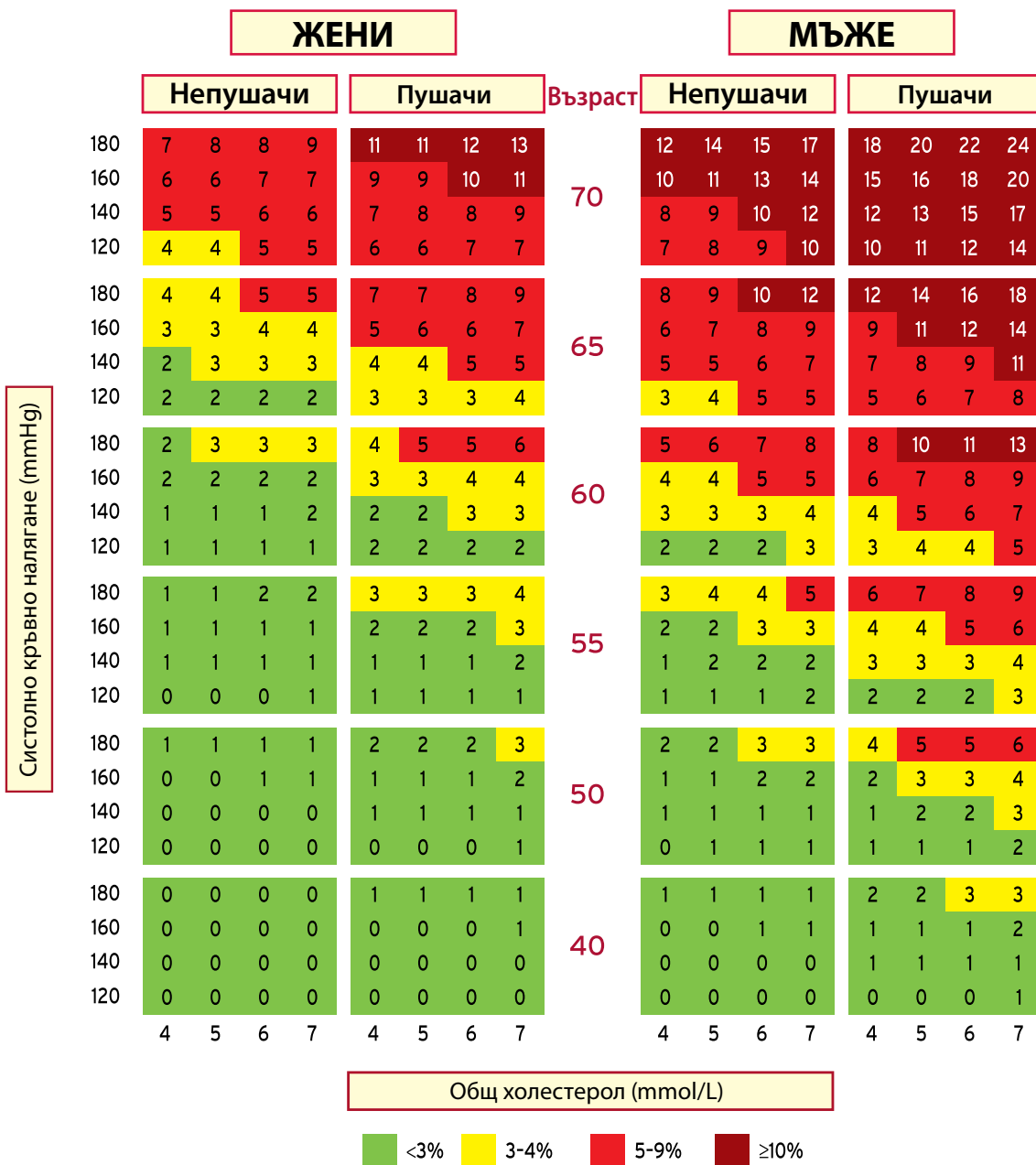


Фигура 3а: SCORE диаграми за европейските популации с висок риск от сърдечно-съдови заболявания (CVD).¹⁰⁹

10-годишният риск от фатална CVD в популации с висок риск от CVD се основава на следните рискови фактори: възраст, пол, тютюнопушене, систолично кръвно налягане и общ холестерол. За превръщане на риска от фатална CVD в риск от обща (фатална + нефатална) CVD, умножете по 3 при мъжете и 4 при жените и малко по-малко при възрастните хора. Забележете: диаграмата SCORE е за употреба при хора без явна CVD, диабет (тип 1 и 2), хронично бъбречно заболяване, фамилна хиперхолестеролемия или много високи нива на отделни рискови фактори, тъй като такива хора вече са изложени на висок риск и се нуждаят от интензивни съвети относно рисков фактор. Холестерол: 1 mmol/L = 38.67 mg/dL. Показаните по-горе SCORE рискови диаграми показани по-горе се различават леко от тези в Препоръки на ESC/EAS 2016 за поведение при дислипидемии и Европейски препоръки 2016 върху превенция на сърдечно-съдови заболявания в клиничната практика в следното: (i) възрастта е разширена от 65 до 70 години; (ii) включено е взаимодействието между възраст и всеки от другите рискови фактори, като по този начин се намалява свръхоценката на риска при по-стари хора в оригиналните диаграми на SCORE; (iii) холестероловата лента с 8 mmol/L беше премахната, тъй като такива лица се класират за допълнителна оценка при което и да е събитие. SCORE = Системна оценка на коронарния риск.

SCORE диаграма на сърдечно-съдовия риск 10-годишен риск от фатална CVD

Ниско-рискови региони в Европа



Фигура 3б: SCORE диаграма за европейските популации с нисък риск от сърдечно-съдови заболявания (CVD).

10-годишният риск от фатална CVD в популации с висок риск от CVD се основава на следните рискови фактори: възраст, пол, тютюнопушене, систолично кръвно налягане и общ холестерол. За превръщане на риска от фатална CVD в риск от обща (фатална + нефатална) CVD, умножете по 3 при мъжете и 4 при жените и малко по-малко при възрастните хора. Забележете: диаграмата SCORE е за употреба при хора без явна CVD, диабет (тип 1 и 2), хронично бъбречно заболяване, фамилна хиперхолестеролемия или много високи нива на отделни рискови фактори, тъй като такива хора вече са изложени на висок риск и се нуждаят от интензивни съвети относно рисков фактор. Холестерол: 1 mmol/L = 38.67 mg/dL. Показаните по-горе SCORE рискови диаграми показани по-горе се различават леко от тези в Препоръки на ESC/EAS 2016 за поведение при дислипидемии и Европейски препоръки 2016 върху превенция на сърдечно-съдови заболявания в клиничната практика в следното: (i) възрастта е разширена от 65 до 70 години; (ii) включено е взаимодействието между възраст и всеки от другите рискови фактори, като по този начин се намалява свръхоценката на риска при по-стари хора в оригиналните диаграми на SCORE; (iii) холестероловата лента с 8 mmol/L беше премахната, тъй като такива лица се класират за допълнителна оценка при което и да е събитие. SCORE = Системна оценка на коронарния риск.

Таблица 5: Сърдечно-съдови рискови категории

Много висок риск	Лица с някоя от следните: - Документирана ASCVD, клинична или недвусмислена при изобразяване. Документираната A CVD включва предшестваща ACS (MI или нестабилна ангина), стабилна ангина, коронарна реваскуларизация (PCI, CABG и други артериални реваскуларизационни процедури) инсулт и TIA, и периферна артериална болест. Недвусмислено документирана ASCVD при изобразяване включва тези находки, за които се знае че предсказват клинични събития, като сигнификантна плака при коронарна ангиография или СТ скен (многоклонова коронарна болест с две големи епикардни артерии имащи >50% стеноза) или при каротиден ултразвук. - DM с увреждане на таргетен орган, а или най-малко три големи рискови фактора, или ранно начало на T1DM с галяма давност (>20 години). - Тежка CKD (eGFR <30 mL/min/1.73m²). - Изчислен SCORE ≥10% за 10-годишен риск от фатална CVD. - FH с ASCVD или с друг голям рисков фактор.
Висок риск	Лица с: - Изразено елевирани единични рискови фактори, особено TC >8 mmol/L (>310 mg/dL), LDL-C >4.9 mmol/L (>190 mg/dL), или BP ≥180/110 mmHg. - Пациенти с FH без други големи рискови фактори. - Пациенти с DM без увреждане на таргетен орган, а с давност на DM ≥10 години или един допълнителен рисков фактор. - Умерена CKD (eGFR 30–59 mL/min/1.73 m²) - Изчислен SCORE ≥5% и <10% за 10-годишен риск от фатален CVD.
Умерен риск	Млади пациенти (T1DM <35 години; T2DM <50 години) с продължителност на DM <10 години, без други рискови фактори. Изчислен SCORE ≥1% и <5% за 10-годишен риск от фатален CVD.
Нисък риск	Изчислен SCORE <1% за 10-годишен риск от фатален CVD.

Общи препоръки за упражнения и спортове при здрави лица

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Най-малко 150 min/седмица с умерена интензивност или 75 min/седмици аеробни упражнения с енергична интензивност или еквивалентна комбинация на такива се препоръчва при всички здрави лица. ^{113–118}	I	A
Постепенно увеличение на аеробно упражнение до 300 min/седмица с умерена интензивност или 150 min/седмица аеробно упражняване с енергична интензивност, или еквивалентна комбинация се препоръчва за допълнителни ползи при здрави възрастни. ^{114,116}	I	A
Препоръчва се редовно оценяване и консултиране за насърчаване на спазването и, ако е необходимо, за подпомагане увеличаването на обема на упражненията с течение на времето. ¹¹⁹	I	B
Няколко сесии упражнения се разпределят през седмицата, т.е. на 4–5 дни в седмицата и за предпочитане всеки ден от уикенда. ^{113,114}	I	B

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.**Препоръки за сърдечно-съдова оценка и редовни упражнения при здрави лица на възраст >35 години**

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Сред индивидите с нисък до умерен риск от CVD, участието във всички развлекателни спортове трябва да се има предвид без допълнителна оценка на CV.	IIa	C
Сърдечен скрининг със семейна анамнеза, симптоми, физикален преглед и 12-канална ECG в покой трябва да се има предвид за състезателни спортисти.	IIa	C
Клинична оценка, включително максимална работна проба, трябва да се имат предвид с прогностична цел при обездвижени хора и лица с висок или много висок риск от CV, които възнамеряват да се включат в интензивни програми за упражнения или състезателни спортове.	IIa	C
При избрани лица без известна CAD, които имат много висок риск от CVD (напр. SCORE >10%, голяма фамилна анамнеза или фамилна хиперхолестеролемия) и искат да се включат в упражнения с висока или много висока интензивност, би могла да се вземе предвид оценка на риска с функционален образен тест, коронарна CCTA, или ултразвуково изобразяване на каротидните или феморалните артерии.	IIb	B

CCTA = коронарна компютър-томографска ангиография; CV = сърдечно-съдов/а/о/и; CVD = сърдечно-съдова болест; SCORE = Системна оценка на коронарния риск.

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

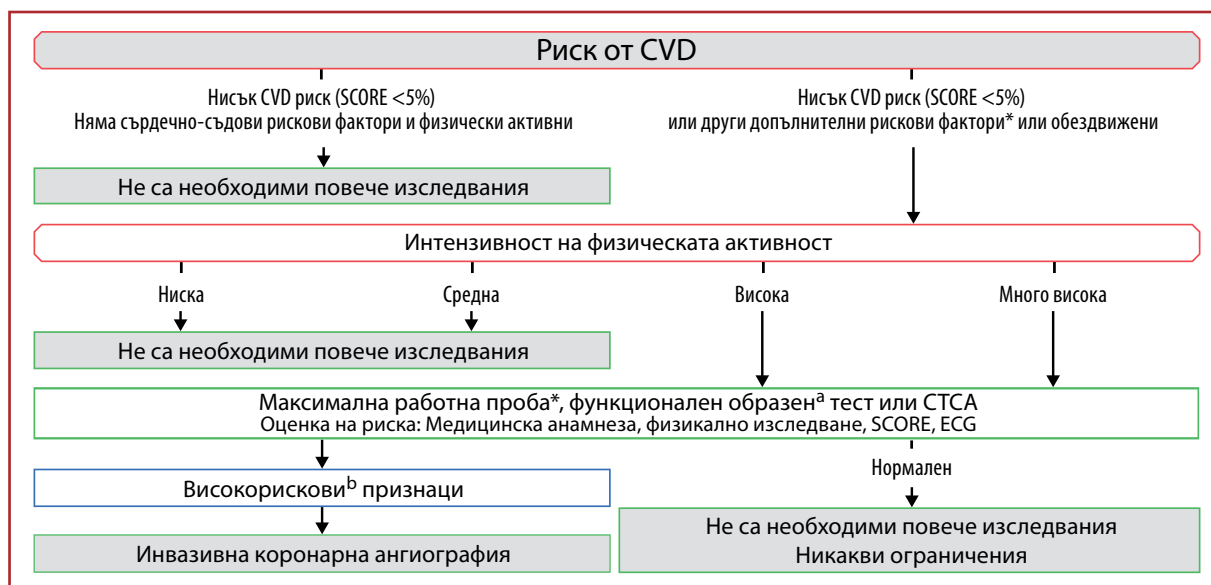
предвид функционален образен тест или коронарна компютър-томографска ангиография (CCTA) за оценка на риска (Фигура 4).¹¹⁰ Идентифицирането на атеросклеротична CAD трябва да предизвика агресивно контролиране на рисковите фактори и превантивно медицинско лечение. Сред лица с доказана обструктивна CAD има показания за по-нататъшна оценка и лечение.

4.2.2. Затлъстяване

Човек с индекс на телесната маса (BMI) >30 kg/m² или (за предпочитане) обиколка на талията >94 cm за мъже и >80 cm за жени (и двете се отнасят за европейски кавказци) се счита за затлъстял.^{120,121}

Европейските препоръки за лица със затлъстяване препоръчват минимум 150 минути/седмица тренировка с упражнения за издръжливост с умерена интензивност да се комбинират с три седмични сесии с упражнения за съпротива.¹²¹

Подобна намеса води до намаляване на вътре-коремната мастна тъкан, нарастване на мускулната и костната маса, отслабване на индуцирания от загуба на тегло спад на енергийните разходи в покой, намаляване на BP и хроничното възпаление, и подобрене на глюкозния толеранс, инсулиновата чувствителност, липидния профил и физическата годност.^{121,122} Също така има положително влияние върху дългосрочното поддържане на намаленото тегло, общо благосъстояние и самочувствие и намаляване на тревожността и депресията.¹²¹ Въздействието само на работните упражнения върху мастната маса е слабо.¹²³ Според редица големи рандомизирани контролирани проучвания е необходим го-



Фигура 4: Предложен алгоритъм за сърдечно-съдова оценка при безсимптомни лица на възраст >35 години с рискови фактори за сърдечно-съдови заболявания и възможен субклиничен хроничен коронарен синдром преди да се занимават със спорт.

* Имайте предвид функционален тест или СТСА, ако стрес-тестът за упражнения е двусмислен или ECG е не-интерпретируема.

^a Вижте текста за примери за функционални изображения.

^b Еднофотонна емисионна компютърна томография: исхемична площ $\geq 10\%$ от левокамерния миокард; стрес-ехокардиография: ≥ 3 от 16 сегмента със стрес-индуцирана хипокинезия или акинезия; стрес-сърдечно-съдов магнитен резонанс: ≥ 2 от 16 сегмента със стрес перфузионни дефекти или ≥ 3 допамин-индуцирани дисфункционални сегменти; коронарна компютър-томографска ангиография (СТСА): триклонова болест с проксимални стенози; стволова болест; болест на проксималната лява предна десцендентна артерия.¹¹⁰

CVD = сърдечно-съдова болест; ECG = електрокардиограма; SCORE = Системна оценка на коронарния риск.

лям обем упражнения от типа издръжливост, > 225 минути/седмица, за да се увеличи загубата на мастна маса при затлъстели лица.¹²⁴

Предварителната CV оценка за участие е оправдана при лица със затлъстяване, които възнамеряват да се ангажират с упражнения с висока интензивност (Фигура 4), поради съпътстващите коморбидности, като диабет тип 2, хипертония, дислипидемия, и CV и респираторни заболявания.¹²¹ Затлъстелите лица с нормална CV оценка не трябва да имат никакви ограничения върху упражненията. Има доказателства от здрави, не затлъстели и не атлетични индивиди, че бягането и рязкото увеличаване на обема на тренировката допринасят за наранявания на мускулно-скелетната система.^{125–127} Следователно, може да е разумно да се има предвид, че хората със затлъстяване трябва да ограничат упражненията с голяма тежест върху твърда повърхност (т.е. <2 часа/ден), докато се постигне значително намаляване на телесното тегло. Освен това, ако се желае упражнение с голям обем (>2 часа/ден), трябва да се осигури достатъчно време за възстановяване между периодите на упражнения (оптимално 48 h).

Важно е да се подчертае, че добрата физическа и мускулна годност и нервнo-мускулната координация могат да предпазят хората със затлъстяване от мускулно-скелетни наранявания, поради което упражнения без тежести, като колоездене или плуване,¹²⁸ могат да бъдат от полза. И накрая, няма убедителни доказателства, че тренировките за съпротивление, когато се изпълняват правилно, ще увеличат риска от нараняване на опорно-двигателния апарат или

ще провокират мускулно-скелетни симптоми при затлъстели индивиди.¹²⁹

4.2.3. Хипертония

Лице с персистиращо систолно BP (SBP) ≥ 140 mmHg и/или диастолно BP (DBP) ≥ 90 mmHg се счита за хипертоник.^{130,131} Лица с хипертония трябва да участват най-малко 30 минути в умерено-интензивни динамични аеробни упражнения (ходене, тичане, колоездене или плуване) 5–7 дни седмично.¹³² Подобна работна намеса е свързана със средно намаляване на SBP със 7 mmHg и на DBP – с 5 mmHg.¹³³ Допълнителната тренировка за съпротивление е много ефективен начин за още по-голямо намаляване на BP и се препоръчва тренировка за съпротивление 2–3 дни седмично.¹³² Всъщност, понижаващият BP ефект на съпротивлението и изометричното упражнения може да бъде сравним с, или дори по-голям, от този на аеробното упражнение.¹³⁴

Ако се желае високо интензивно спортно участие, се изисква предварителна CV оценка за идентифициране на спортисти със симптоми, предизвикани от физическо натоварване, прекомерна реакция на BP към упражнения¹³⁰ и наличие на увреждане на целевите органи. Хората със симптоми, предполагащи CAD, се нуждаят от допълнителна оценка и оптимизиране на медицинската терапия преди участие в спортове. Ако артериалната хипертония е не добре контролирана (SBP в покой >160 mmHg), тестът за максимално физическо натоварване трябва да се отложи, докато се постигне контрол на BP.

Нефармакологичните мерки трябва да се разглеждат като първата стъпка в управлението на хипертонията при спортисти, включително: ограничаване на приема на сол и консумацията на алкохол, намаляване на телото, ако е приложимо, балансирана диета (напр. Средиземноморска диета) и спиране на тютюнопушенето. Тук програмите за аеробни упражнения трябва да допълват индивидуалния график на обучение.¹³¹ Ако такива промени в начина на живот не понижат АН след 3 месеца, трябва да бъдат започнати антихипертензивни лекарства, ако SBP остане >140 mmHg. При всички лица на възраст >65 години, но <80 години, трябва да се вземе предвид антихипертензивна терапия, заедно с интервенция върху начина на живот, при условие че се понася добре.^{131,132} Важно е да се има предвид, че бета-блокери са забранени в определени състезателни спортове като стрелба [виж Световната антидопингова асоциация (World Anti-Doping Association, WADA) за пълен списък¹³⁵] и могат да предизвикат брадикардия и/или по-нисък аеробен работен капацитет.¹³¹ Диуретиците са забранени при всички състезателни спортове.¹³⁵ Ангиотензин-конвертиращият ензим (ACE), ангиотензин II рецепторните блокери и калциевите антагонисти са предпочитани лекарства на избор при упражняване на лица. Трябва да се отбележи, че употребата на неселективни нестероидни противовъзпалителни лекарства за мускулно-скелетна болка може да допринесе за повишаване на BP.¹³⁶

Когато BP е неконтролирано, се препоръчва временно ограничаване на състезателните спортове, с възможно изключение на спортове за умения.¹³¹

При лица с високорисков профил, включително такива с увреждане на крайните органи [хипертрофия на лявата камера (LV), диастолна дисфункция, ултразвукови доказателства за задебеляване на артериалната стена или атеросклеротична плака, хипертонична ретинопатия, повишен серумен креатинин (мъже 1,3–1,5 mg/dL, жени 1,2–1,4 mg/dL) и/или микроалбуминурия], при които BP е контролирано, е възможно участие във всички състезателни спортове, с изключение на най-интензивните силови дисциплини като хвърляне на диск/копие, изстрелване и вдигане на тежести (вижте раздел 4.1).¹³¹

По време на спортно участие се препоръчва редовно проследяване, в зависимост от тежестта на хипертонията и категорията на риска. При лица с гранични показания на BP трябва да се има предвид редовна амбулаторна оценка на BP. При лица с нисък или умерен сърдечен риск и добре контролирано BP не трябва да има ограничения за спортно участие, но интензивното вдигане на тежести, особено когато това включва значителна изометрична (статична) мускулна работа, може да има подчертан пресорен ефект и трябва да се избягва. В този контекст, избягването на прийома на Valsalva е оправдано, защото задържането на дъха по време на мускулно съкращение е свързано с по-голямо повишаване на SBP и DBP.¹³⁵ Когато се изпълняват правилно, тренировките за динамично съпротивление с висока интензивност (до 80% от 1 RM), с малък брой повторения ($n < 10$) не предизвикват по-големи нараствания на BP в сравнение с тренировки за динамично съпротивление с ниска интензивност (<50% от 1 RM) с голям брой повторения ($n \geq 20$).^{137–142}

Някои хора, които са в нормално състояние в покой, ще имат прекомерна реакция на BP при упражнения. Прекомерната реакция на BP при упражнения увеличава риска от инцидентна хипертония при висококвалифицирани и нормотензивни спортисти за средносрочен период.¹⁴³ Ако

SBP се повишава до >200 mmHg при натоварване от 100 W по време на работни тестове,¹⁴⁴ антихипертензивната медикаментозна терапия трябва да се оптимизира и да се има предвид клинична оценка, включително ECG и ехокардиография, дори и ако спортистът в покой е нормотензивен.¹³¹ Нещо повече, при младите олимпийски спортисти пиковият SBP >220 mmHg при мъжете и >200 mmHg при жените, измерен по време на циклична ергометрия, надхвърля 95-ия перцентил.¹³¹

4.2.4. Дислипидемия

Физическата активност има благоприятен ефект върху липидния метаболизъм, като намалява серумните триглицериди с до 50% и увеличава холестерола с висока плътност (HDL) с 5–10%.^{85,145} Упражнението може също да намали LDL холестерола с до 5% и да измести по-атерогенната малка, плътна LDL фракция към по-големи LDL частици по дозависим начин.¹⁴⁶ Тези метаболитни подобрения могат да бъдат постигнати чрез 3,5 - 7 часа умерено енергична PA на седмица или 30 - 60 минути упражнения през повечето дни.

При лица с хипертриглицеридемия или хиперхолестеролемия се препоръчва по-висока интензивност на упражненията, тъй като това може да подобри липидния профил и да намали CV риск. Преди да се пристъпи към упражнения с висока интензивност, трябва да се извърши клинична оценка, включваща симптоматичен статус, а при оценката на риска може да се вземе предвид максимален стрес тест, функционален образен тест или CCTA.¹¹⁰ (Figure 4), особено при лица с фамилна хиперхолестеролемия. Сред спортистите с хиперхолестеролемия редовното упражняване рядко ще намали LDL холестерола до нормални или почти нормални стойности; поради това препоръките за фармакологично лечение при първична и вторична профилактика трябва да се спазват стриктно. Лицата с дислипидемия трябва да се оценяват поне на всеки 2–5 години при първична профилактика и ежегодно при вторична профилактика.

За намаляване на LDL холестерола и подобряване на прогнозата, фармакологичната интервенция, особено със статини, превъзхожда само упражненията и начина на живот.¹⁴⁷ Въпреки незначителните ефекти на упражненията за издръжливост върху серумния LDL холестерол, клинично благоприятната връзка между повишената физическа годност и намалените CV събития стои извън ефектите на статините.^{147,148}

Физически активните лица с дислипидемия могат да получат мускулна болка и болезненост или тендинопатия, придружени от повишени мускулни ензими.¹⁴⁹ В тези случаи, мерки като временно спиране на лечението, последвано от повторно обременяване с друг статин, със или без алтернативен дневен режим, или въвеждане на други понижаващи липидите средства като езетимиб или пропротейн конвертаза субтилизин/кексин тип 9 (PCSK-9) инхибитори трябва да се имат предвид.¹⁰⁹ На лица, които развият рабдомиолиза поради статини, трябва да се предпише алтернативно средство за понижаване на липидите.

4.2.5. Захарен диабет

Физическата неактивност е основна причина за захарен диабет тип 2 (T2DM).¹⁵⁰ Рискът от развитие на T2DM е 50–80% по-висок при лица, които са физически неактивни в сравнение с техните активни колеги. Физическите упражнения обаче не компенсират изцяло ефекта от затлъстяването.^{151–154} Диабетът също е независимо свързан с ускорено спадане на

мускулната сила и отчасти поради хипергликемия може да доведе до намалена подвижност на ставите.

4.2.5.1. Ефект от упражнението върху диабетен контрол, рискови фактори и клиничен изход

Аеробните упражнения при пациенти с T2DM подобряват гликемичния контрол и намаляват висцералната мастна и инсулиновата резистентност. Упражненията също имат благоприятен ефект върху BP и липидния профил и водят до умерена загуба на тегло.^{155,156} И аеробните тренировки, и тренировките за съпротива водят до продължителни адаптации в скелетните мускули, мастната тъкан и черния дроб, свързани с усилено действие на инсулин.¹⁵⁷ Обсервационни проучвания са показали по-ниска смъртност при упражнения, както при захарен диабет тип 1, така и при T2DM.¹⁵⁸

При пациенти с предиабет или метаболитен синдром, както аеробните, така и резистентните упражнения могат да предотвратят развитието на явен диабет.^{159–162} Интензивността на упражненията изглежда е по-важна от обема на упражненията; хората, които спортуват с умерена или висока интензивност, имат по-нисък риск от развитие на метаболитно увреждане в сравнение с тези, които имат подобен енергиен разход с по-ниска интензивност.^{160,163}

Ефектите върху мускулната чувствителност към инсулин се наблюдават при относително нисък обем упражнения (400 kcal/седмича) при обездвижени преди това възрастни, но се увеличават с по-големи обеми упражнения.¹⁶⁴ Оптималната комбинация от продължителност и интензивност не е добре установена. Интервалните тренировки с висока интензивност могат да превъзхождат умерените аеробни тренировки за постигане на метаболитни ефекти и подобряване на работния капацитет; но дали дългосрочните резултати са по-добри, не е известно.^{165,166}

Диабетът е причина за коронарна микроваскуларна дисфункция (CMD), която е свързана с по-нисък капацитет за упражнения и неблагоприятни резултати^{167,168} и може да бъде подобрена чрез работни тренировки.^{162,169–171} Големи рандомизирани проучвания са потвърдили благоприятния ефект от упражненията върху гликемичния контрол и рисковите фактори, но това не се е превърнало в значително подобрене от очакване, отчасти поради недостатъчно дългосрочно поддържане на промените в начина на живот.¹⁷²

По време на остро извършване на упражнения, усвояването на глюкоза в мускулите се увеличава до 2 часа след това чрез механизми, които са независими от инсулина. Индуцираният от упражнения хипогликемичен ефект може да бъде намален чрез провеждане на тренировки за съпротива или интервални тренировки при пациенти с диабет тип 1.¹⁷³ Съществува съотношение доза – отговор между интензивността и обема на упражнението, а продължителността на усвояване на глюкозата от скелетните мускули може да продължи до 48 часа след тренировка. Тези фактори трябва да се имат предвид при лица с диабет, които се занимават с интензивни упражнения или състезателни спортове, за да се избегне хипогликемия.

4.2.5.2. Препоръки за участие в упражнения при лица със захарен диабет

Както аеробните, така и тренировките за съпротивление са ефективни за гликемичен контрол, намаляване на BP, загуба на тегло, върхови упражнения и дислипидемия.¹⁷⁴ Програма, съчетаваща аеробни тренировки и тренировки за устойчивост, се е оказала по-добра по отношение на гликемичния контрол, докато ефектът върху другите резултати е недоказан.^{174–176}

Идеалната програма за упражнения за постигане на пълния потенциал на ползите при пациенти с диабет е ежедневното упражнение с поне умерена интензивност, напр. бързо ходене, за поне 30 минути, тренировка за съпротива за 15 минути през повечето дни и дейности с по-лек интензитет (стоене, ходене) на всеки 30 минути. Това може да бъде допълнено от упражнения за гъвкавост и баланс, особено при възрастни индивиди или пациенти с микроваскуларни усложнения, дължащи се на диабет.

4.2.5.3. Кардиологична оценка преди участие в упражнения при лица със захарен диабет

Хората с диабет имат априори по-висока вероятност за субклинична CAD; следователно всички индивиди с диабет трябва да бъдат подложени на CV оценка, както е посочено във *Фигура 4*, преди да започнат тренировъчна програма с висока интензивност. Това трябва да бъде допълнено с оценка на гликемичния статус, включително рискови фактори за хипогликемия, анамнеза за хипогликемични епизоди, наличие на автономна невропатия и антидиабетно лечение.¹⁷⁷

Безсимптомни лица със захарен диабет и нормална CV оценка и максимален работен тест могат да се занимават с всички спортове, но трябва да бъдат предупредени за потенциалния риск от ятрогенна хипогликемия в случай на неадекватен прием на калории. Важно е, че всички пациенти с диабет трябва да са наясно с предупредителните симптоми и трябва да се обърне внимание на дискомфорт в гърдите или необичайно задых по време на тренировка, тъй като това може да е показателно за CAD.

Специални съображения за лица със затлъстяване, хипертония, дислипидемия или диабет

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
При лица със затлъстяване (BMI ≥ 30 kg/m ² или с обиколка на талията >80 cm за жени или >94 cm за мъже) тренировки за съпротивление ≥ 3 пъти седмично, в допълнение към умерени или енергични аеробни упражнения (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) се препоръчват за намаляване на риска от CVD. ¹²¹	I	A
При лица с добре контролирана хипертония се препоръчва тренировка за резистентност ≥ 3 пъти седмично в допълнение към умерено или енергично аеробно упражнение (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) за намаляване на кръвното налягане и риска от CVD. ¹³²	I	A
Сред хората със захарен диабет се препоръчва тренировка за устойчивост ≥ 3 пъти седмично в допълнение към умерени или енергични аеробни упражнения (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) за подобряване на чувствителността към инсулин и постигане на по-добър профил на риска от CVD. ^{176,178}	I	A
Сред възрастни с добре контролирана хипертония, но с висок риск и/или увреждане на прицелен орган, не се препоръчва упражнение с висока интензивност на съпротивление.	III	C
При лица с неконтролирана хипертония (SBP >160 mmHg) не се препоръчват упражнения с висока интензивност, докато не се постигне контрол на кръвното налягане.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CVD = сърдечно-съдова болест; SBP = систолно кръвно налягане.

4.3. Упражнения и спорт при стареене

4.3.1. Въведение

Старите хора се определят като възрастни над 65 години. Подобно на общото население, по-високият физически капацитет в тази възрастова група е свързан и с намалена смъртност.¹⁷⁹ Физически активен начин на живот, поддържан в средна и по-голяма възраст, води до по-добро здраве¹⁸⁰ и дълголетие.^{181–185} Започването на нов режим на упражнения сред бездвижни възрастни хора е показало значителни подобрения в здравето,^{180,186} както и на когнитивния капацитет.^{187–190} Нещо повече, редовното упражнение оказва благоприятни ефекти при намаляване на риска от развитие на CV и метаболитни заболявания чрез подобрен контрол на CV рискови фактори и също така запазване на когнитивната функция.^{187–190} Важно е, че упражненията помагат за запазване на нервно-мускулните умения,^{193,194} като по този начин поддържат баланса и координацията, което намалява риска от падане.^{195,196}

4.3.2. Рискава стратификация, критерии за включване/изключване

Упражненията с умерена интензивност са като цяло безопасни за по-възрастни здрави хора и обикновено не се изисква медицинска консултация преди започване или напредване на нивото на програмата за упражнения.^{81,197} Общата препоръка за прилагане на упражнения сред общата популация се отнася и за здрави по-възрастни хора.

Въпреки това, поради потенциалните рискове от упражняване сред по-възрастните хора (Таблица 6), Европейската асоциация по превантивна кардиология (European Association of Preventive Cardiology, EAPC) препоръчва самооценка чрез кратък въпросник,⁸¹ за да бъде определена необходимостта от съвет от здравни специалисти, но този подход не е тестван перспективно.

Крежките или бездвижни по-възрастни хора в общността могат да имат леко повишен риск от падания по време на тренировка; няма обаче данни за сериозен неблагоприятен изход, нараняване или CV събития.^{195,196,198,199} Интервенционните упражнения за подобряване на баланса при тези с диагностицирана деменция носят многобройни ползи без повишен риск от неблагоприятни резултати.²⁰⁰ Упражненията за съпротива при по-стари възрастни рядко се свързва с нежелани събития.^{201,202} Не се съобщава за голям риск при възрастни хора, изпълняващи аеробни упражнения с ниска и умерена интензивност, а дори и по-интензивни аеробни дейности са свързани с относително малък риск.^{203–205} CV събития по време на интензивни упражнения се случват с честота около 1 събитие на 100 години енергична активност.²⁰⁶ Рискът е най-голям през първите няколко седмици от започването на енергични упражнения; следователно интензивността и продължителността на упражненията трябва да се увеличават внимателно (например на всеки 4 седмици).^{81,197,207–210} Сред по-възрастните хора, които са добре подготвени и свикнали на интензивни упражнения, участието в състезателни енергични спортове не носи по-висок риск в сравнение с този при по-младите хора.^{38,211}

4.3.3. Начини на упражняване и препоръки за упражнения и спорт при по-възрастните

Физическите упражнения за възрастни хора трябва да бъдат проектирани в съответствие с тяхната биологична възраст, опит в упражненията, функционален капацитет, безопас-

ност, траектории на стареене, коморбидност, навици в начина на живот и предишен опит при упражнения.

Възрастните хора трябва да изпълняват упражнения за издръжливост и сила и специфични упражнения за гъвкавост и баланс (Таблица 7).^{201,212,213} Упражнението за издръжливост оказва благоприятно въздействие върху кардио-респираторната система, а упражненията за съпротива предотвратяват намаляването на мускулната маса и саркопенията.¹⁹² Постигането на >150 минути на седмица аеробни упражнения с умерена интензивност (т.е. ходене или други дейности от типа аеробика с умерена интензивност) е свързано с поне 30% по-нисък риск от заболяемост, смъртност, увреждане, уязвимост и деменция в сравнение с бездвижливостта.^{212,214,215} Силовите упражнения за основните мускулни групи трябва да се изпълняват поне два пъти седмично (8–10 различни упражнения, 10–15 повторения).

Свикналите старши спортисти трябва да продължат да изпълняват упражнения и спортни дейности, без предварително определена възрастова граница.^{38,211,216}

Спортните дейности за възрастни хора според вида и интензивността на упражненията са включени в Таблица 8. При майстори спортисти, изпълняващи високо ниво на спорт и програми за упражнения, се препоръчва годишна клинична оценка, включваща максимален тест за упражнения (за предпочитане със симултанен CPET).²¹⁷

Препоръки за упражнения при застаряващи лица

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Сред възрастни на 65 или повече години, които са във форма и нямат здравословни състояния, които ограничават тяхната подвижност, се препоръчва аеробно упражнение с умерена интензивност за най-малко 150 минути на седмица. ^{212,214,215}	I	A
При по-стари възрастни с риск от падане се препоръчват упражнения за силова тренировка за подобряване на баланса и координацията най-малко 2 дни в седмицата. ^{201,212,214,215}	I	B
Пълна клинична оценка, включваща тест за максимално физическо натоварване, трябва да се обмисли при бездвижни възрастни на 65 или повече години, които желаят да участват във високо-интензивна дейност.	IIa	C
Продължаването на активност с висока и много висока интензивност, включително състезателни спортове, биха могли да се има предвид при безсимптомни спортисти в напреднала възраст (майстори спортисти) в нисък или умерен CV риск.	IIb	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CVD = сърдечно-съдова болест; SBP = систолно кръвно налягане.

Таблица 6: Потенциални рискове за възрастни хора по време на упражнения

- Аритмии, покачване на кръвното налягане, миокардна исхемия
- Мускулоскелетни наранявания и фрактури
- Мускулна треска или подути стави
- Повишен риск от падания и последващи наранявания

Таблица 7: Предписание за упражнения при възрастни хора**Аеробна работа**

- *Честота*: Умерено упражнение за 5 дни на седмица или енергично упражнение за 3 дни на седмица.
- *Интензивност*: 5–6 точки (за модифицираните 10 точки по скалата на Borg)
- *Продължителност*: 30 минути на ден за умерените или най-малко 20 минути за продължително упражнение

Тренировка за сила (всички големи мускулни групи)

- *Честота*: най-малко два пъти седмично
- *Брой упражнения*: 8–10
- *Брой повторения*: 10–15

Упражнения за гъвкавост и баланс

- Най-малко два пъти седмично

Таблица 8: Упражнения за възрастни хора според вид и интензивност на упражненията**Свързани с възрастта дейности с умерено усилие**

- вървене
- водна аеробика
- бални и линейни танци
- каране на велосипед на равна земя или с малко хълмове
- тенис по двойки
- бутане на косачка за трева
- каране на кану
- волейбол

Свързани с възрастта активности с интензивно усилие

- джогинг или бягане
- аеробика
- бързо плуване
- бързо каране на колело или по хълмове
- тенис поединично
- футбол
- туризъм нагоре
- енергично таксуване
- бойни изкуства

Дейности за укрепване на мускулатурата

- носене или преместване на тежки товари
- бакалски дейности, които включват катерене и скачане
- танцуване
- тежко градинарство, като насипване и копаене
- упражнения, които използват телесното ви тегло за съпротивление, като лицеви опори или коремни преси
- йога
- пилатес
- вдигане на тежести

5. Упражнение в клинични условия

5.1. Програми за упражнения в свободното време и участие в състезателен спорт при хроничен коронарен синдром

Атеросклеротичната CAD е преобладаващата причина за сърдечни събития, свързани с упражнения (Ex-R), включително ACS, AMI и SCA при лица с установен хроничен коронарен синдром (CCS) или SCD, като основно представяне при лица на възраст >35 години.²¹⁸ В допълнение към атеросклеротичната CAD, други състояния, включително аномален произход на коронарната артерия (АОСА),²¹⁹ миокарден

мост (MB),²²⁰ и спонтанна дисекция на коронарните артерии (SCAD),²²¹ също са свързани с миокардна исхемия и потенциално с Ex-R SCD.

Физическото бездействие е рисков фактор за ИБС, но донякъде парадоксално, енергичното физическо натоварване увеличава временно риска от AMI⁶⁶ и SCD.²¹⁶ Като цяло, ползите от редовното упражнение значително надвишават Ex-R риска, дори при лица с CCS. Упражненията с умерена до енергична интензивност са силно свързани с намалена честота на неблагоприятните резултати от CAD, но продължителните упражнения за издръжливост с висока интензивност са свързани с повишен калций на коронарните артерии (CAC), маркер за атеросклероза,^{58,222} и коронарни плаки,⁵⁸ но без увеличение на смъртността¹¹² в средносрочен план. Важното е, че диагностиката на миокардното увреждане също е по-сложна при спортисти, тъй като интензивното физическо натоварване може да увеличи серологичните маркери за миокардно увреждане, включително сърдечните тропонини I и T.^{223,224}

5.1.1. Лица в риск от атеросклеротична коронарна артериална болест и безсимптомни лица, при които при скрининг се открива коронарна артериална болест

Спортисти или лица, участващи в спортни или редовни тренировки, могат да имат рискови фактори за CAD и/или субклиничен CCS.²²⁵ Такива лица могат да бъдат идентифицирани чрез рутинен скрининг преди участие, както се препоръчва от ESC²¹, или чрез предварителна оценка на майстори спортисти, както се предлага от Европейската асоциация за сърдечно-съдова превенция и рехабилитация (European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, EACPR) 2011²⁰⁷ и AHA.²²⁶

В допълнение към SCORE стратификацията на риска, описана по-рано (Таблица 5), нарастващото използване на сърдечни образни техники позволява идентифициране на по-голям брой лица с безсимптомен CCS,²²⁷ включително състезателни майстори спортисти.²²⁷

По-нови прогнозни мерки, като високочувствителен C-реактивен протеин и дебелина на каротидната интимедия (IMT) добавят малко към традиционните рискови фактори.¹¹⁰ Изключение прави CAC, който осигурява допълнителна предсказваща информация при лица с умерено-рисков профил,²²⁸ разделяйки ги на лица с нисък или висок риск. По този начин, най-разумният и рентабилен метод за използване на CAC може да бъде добавен към традиционните рискови фактори²²⁹, както предлага EAPC.²³⁰

Клиничната оценка на безсимптомни лица с възможен субклиничен CCS трябва да включва (Фигура 4):¹¹²

- (1) Оценка на риска от CVD¹¹⁰ (Таблица 5)
- (2) Вземане предвид на интензивността на предвидената програма за упражнения
- (3) Клинична оценка, включително максимален стрес-тест
- (4) По-нататъшно диагностично изследване при избрани лица.

Много индивиди на средна възраст в общата популация могат да се очакват да имат някакво ниво на субклиничен CCS, както е оценено с образни техники. Анатомичното коронарно изобразяване само по себе си не предоставя информация, свързана с коронарния поток и резерв, което е важно при оценката на риска от Ex-R исхемия или SCD/SCA;

Таблица 9: Гранични или не-интерпретируеми ECG находки

(i)	ST-депресия ≤ 0.15 mV; само в едно отвеждане
(ii)	нетипичен асценден/десценден ход на ST-сегмента
(iii)	предшествващ ляв бедрен блок (LBBB)
(iv)	камерно пейсиране

следователно е необходима функционална оценка. Няколко метода на стрес тестване (напр. въртяща ергометрия или тестване върху бягаща пътека), стрес ехокардиография, аденозин или добутамин стрес, сърдечен магнитен резонанс (CMR) или позитрон-емисионна томография (PET)/едно-фотонна емисионна компютърна томография (SPECT), могат да бъдат използвани за откриване на индуцируема миокардна исхемия.²³¹ Упражненията със стресово ехо се предпочитат при спортистите, тъй като са без облъчване и не включват прием на лекарства.

Работната проба е най-широко достъпният функционален тест и предоставя информация за способността за упражнения, сърдечната честота и отговор на BP и откриване на аритмии, предизвикани от физическо натоварване,² но има по-ниска специфичност за миокардна исхемия отколкото други функционални тестове, особено при безсимптомни и ниско-рискови лица. Препоръчително е да се направи наистина максимален работен тест²³² (със или без CPET), когато се оценяват лица с възможен субклиничен (или клиничен) CCS, които възнамеряват или участват в системни упражнения, включително развлекателни или състезателни спортове. Дали първоначалният работен тест включва изобразяване или не зависи от фактори като базовата ECG (Таблица 9) и възможността за извършване на функционални образни тестове в даден институт?

- Ако клиничната оценка, включваща максимален тест за физическо натоварване, е нормална, се предполага, че наличието на „съответна ИБС“ е малко вероятно (Фигура 4).
- В случай на граничен или несигурен резултат от теста с натоварване, се препоръчва да се извърши по-специфичен образен стрес-тест, като стрес-ехо-кардиография, CMR перфузионно изобразяване, или SPECT. SPECT с максимално физическо натоварване и работна ехокардиография или техники за нуклеарна перфузия, използващи по-скоро упражнения, а не фармакологичен стрес, могат да бъдат използвани с предпочитание, в зависимост от достъпността и местния опит.
- Ако работният тест е *положителен*, трябва да се направи инвазивна коронарна ангиограма, за да се потвърди наличието, обхватът и тежестта на CAD (Фигура 4).

5.1.1.1. Препоръки за участие в спортове

Лицата в риск от CAD и безсимптомни лица, при които се открива CAD при скрининг, трябва да получат интензивно лечение на рисковите фактори за атеросклероза.^{6,131,132,202} Като се имат предвид ползите от упражненията за първична и вторична профилактика на CCS,^{6,234} лица с рискови фактори трябва да бъдат ограничени от състезателен спорт, само когато съществува значителен риск от неблагоприятно събитие, както сочат функционалните тестове, или когато има данни за прогресия на заболяването в хода на серийни оценки.²³³ Препоръките за упражнения трябва да бъдат индивидуално пригодени въз основа на интензивността на упражнението и спортната дисциплина.

Препоръки за упражнения при лица в риск от атеросклеротична коронарна артериална болест и асимптоматични лица, при които коронарна артериална болест е открита при скрининг

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Сред индивидите с безсимптомен CCS, дефинирана като ИБС без индуцируема миокардна исхемия при функционално изобразяване или конвенционален стрес тест, ²³³ трябва да се има предвид участие във всички видове упражнения, включително състезателни спортове, въз основа на индивидуална оценка.	IIa	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CAD = коронарна артериална болест; CCS = хроничен коронарен синдром.

Участието в състезателни дисциплини за издръжливост, сила и смесени дисциплини (вижте раздели 4.2 и 5.1.3) обикновено изисква енергични усилия и е по-вероятно да предизвика миокардна исхемия, докато спортовете за свободното време или умишлените развлекателни упражнения позволяват по-голям контрол върху физическото усилие. Лица с висок риск от атеросклеротична CAD и безсимптомни лица, при които при скрининг е открита CAD, участващи в интензивни упражнения, трябва да бъдат оценявани ежегодно с максимален работен тест или функционален образен тест.

5.1.2. Установен (дългогодишен) хроничен коронарен синдром

Всички лица с установен (дългогодишен) CCS трябва да бъдат насърчавани да изпълняват минималните препоръки за PA за общото и CV здраве.²³⁵ Това се отнася за лица със стабилна стенокардия, безсимптомни и симптомни лица, стабилизирани <1 година след ACS, или лица с скорозна реваскуларизация, и безсимптомни и симптомни лица >1 година след първоначална диагноза или реваскуларизация.¹¹⁰ Съветите за интензивни упражнения и участие в повечето състезателни спортове при безсимптомни индивиди с дългогодишна CCS трябва да се основават на няколко фактора, които се определят чрез клинична анамнеза, работни стрес-тестове или функционално изобразяване и ехокардиография (Таблица 10).

Лица с дългогодишен CCS, които не показват никакви отклонения при максимална работна проба или функционален образен тест или нямат нарушена LV функция, могат да се считат като ниско рискови за нежелано събитие, предизвикано от упражнения.^{236–238} (Таблица 11). Такива лица могат да се занимават с всички състезателни спортове на

Таблица 10: Фактори, определящи риска от нежелани събития по време на интензивни упражнения и състезателни спортове при безсимптомни лица с дългогодишна коронарна артериална болест

Вид и ниво на състезаване в спортовете
Ниво на фитнес на конкретния пациент
Профил на сърдечно-съдовите рискови фактори
Наличие на физически индуцирана миокардна исхемия
Индуцирана от упражнение аритмия
Данни за миокардна дисфункция

Таблица 11: Високорискови характеристики за нежелани сърдечни събития, предизвикани от упражнения, при пациенти с атеросклеротична коронарна артериална болест²³³

- Високостепенна коронарна стеноза, >70% в голяма коронарна артерия или >50% в левия ствол при коронарна ангиография, и/или FFR <0.8 и/или iFR <0.9
- Базална левокамерна изтласкваща фракция ≤50% и отклонения в движението на стената
- Индуцируема миокардна исхемия или максимална работна проба
- NSVT, полиморфна или много чести камерни преждевременни съкращения, в покой и по време на максимален стрес
- Скорешни ACS ± PCI или хирургична реваскуларизация (<12 месеца)

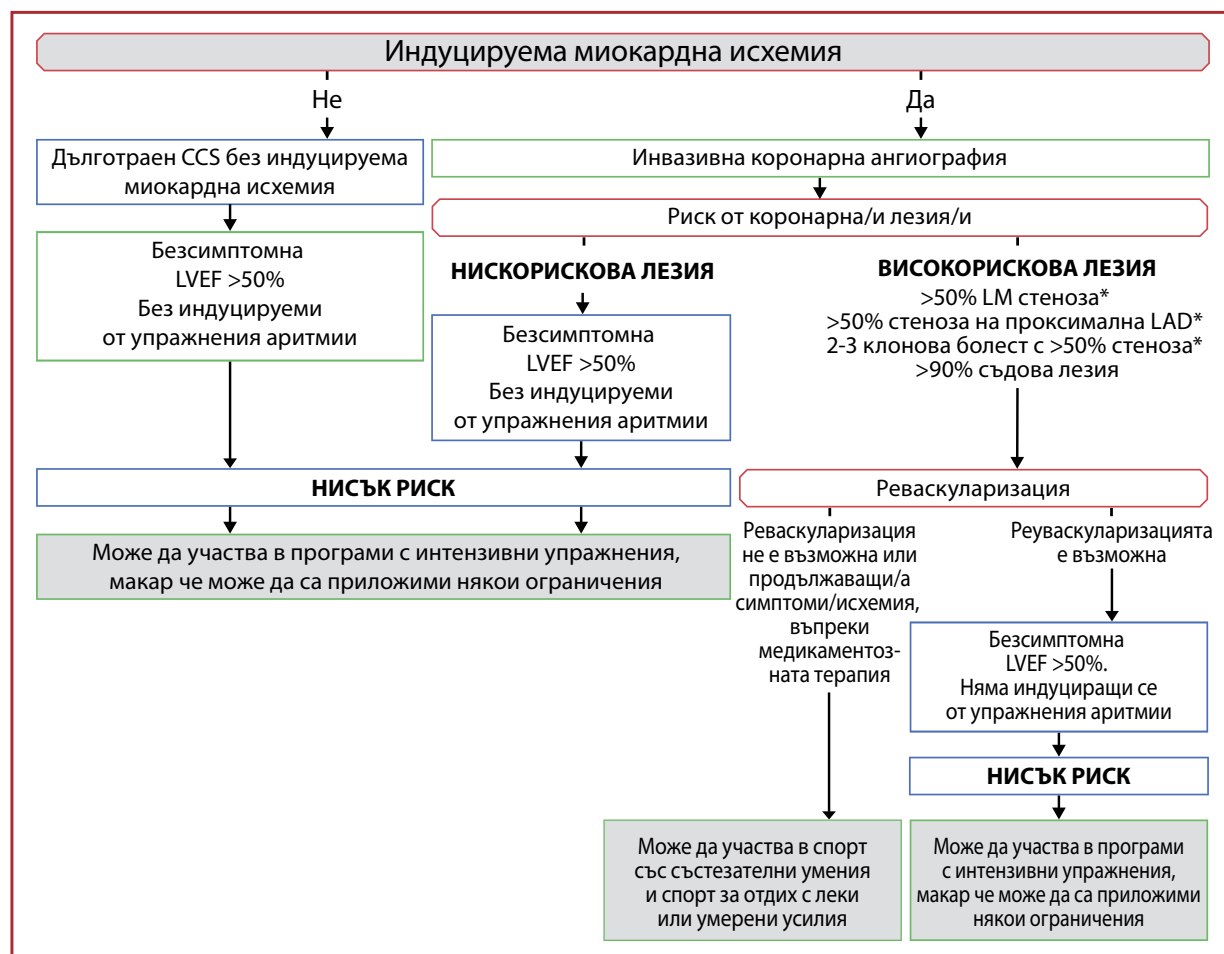
ACS = остър коронарен синдром; FFR = фракционен резерв на кръвотока; iFR = незабавен резерв на кръвотока; NSVT = краткотрайна камерна тахикардия; PCI = перкутанна коронарна интервенция.

индивидуална основа (Фигура 5). Някои ограничения могат да бъдат приложими за високо-интензивни, смесени спортове и спортове за издръжливост (вижте Фигура 2, раздел 4.1.2) при по-възрастни пациенти (>60 години) с CCS. Това се дължи на факта, че възрастта е допълнителен, силен пре-

диктор за нежелани събития по време на тренировка. Няма ограничения при ниско-рискните пациенти за спортни занимания, независимо от възрастта (Фигура 2).

Хората с индуцируема исхемия по време на функционално тестване, въпреки адекватното лечение, трябва да се подложат на коронарография; тези с високорискови лезии при коронарната ангиография (Таблица 11) трябва да получат реваскуларизация, преди да се вземат предвид програми за интензивни упражнения или състезателен спорт (Фигура 5). Хората с високорискови коронарни признаци могат постепенно да се върнат към спортуване 3–6 месеца след успешна реваскуларизация с очакване за нормален максимален работен тест или функционален обр-азен тест.

Когато исхемията не може да бъде лекувана въпреки адекватна терапия, включително реваскуларизация, лицето трябва да бъде ограничено от състезателни спортове, с възможно изключение на индивидуално препоръчани спортове с ниска интензивност. Такива лица могат да участват в редовни развлекателни упражнения с ниска и умерена интензивност, при условие че рисковите фактори и симптоми се лекуват адекватно и се провежда редовно клинично наблюдение. Тези индивиди могат също да участ-



Фигура 5: Клинична оценка и препоръки за спортно участие при лица с установена коронарна артериална болест.

CCS = хроничен коронарен синдром; LAD = лява предна десцендентна коронарна артерия; LM = лява стволна коронарна артерия; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция. *С документирана исхемия или хемодинамично значима лезия, дефинирана с FFR <0.8 или iFR <0.9.

Препоръки за упражнения при лица с дългогодишен хроничен коронарен синдром

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Стратификация на риска за нежелани събития, предизвикани от упражнения, се препоръчва при лица с установен (дългогодишен) хроничен коронарен синдром (CCS) преди да се включат в упражнения. ²³³	I	C
Препоръчва се редовно проследяване и стратификация на риска при пациенти с CCS. ²³³	I	B
Препоръчва се към хората с висок риск от неблагоприятно събитие от CAD да бъде подхотено в съответствие с настоящите Препоръки за CCS. ²³³	I	C
Състезателни или развлекателни спортни дейности (с някои изключения като по-възрастни спортисти и спортове с екстремни изисквания към CV система) трябва да се имат предвид при лица с нисък риск от нежелани събития, предизвикани от упражнения (Таблица 11). ²³³	IIa	C
Упражненията през свободното време, под ангинозни и исхемичния праг, биха могли да се имат предвид при лица с висок риск от нежелани събития, предизвикани от упражнения (Таблица 11), включително тези с персистираща исхемия. ²³³	IIb	C
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с висок риск от нежелани събития, предизвикани от упражнения, или такива с остатъчна исхемия, с изключение на индивидуално препоръчвани спортове за умения. ²³³	III	C

^a Клас на препоръките^b Ниво на доказателственост.

CAD = коронарна артериална болест; CCS = хроничен коронарен синдром; CV = сърдечно-съдов/а/о/и.

ват в спортове за свободното време, 2-3 пъти седмично, в избрани случаи, ако очакваната активност е под (около 10 удара) исхемичния праг и под нивото на аритмии.²³¹

5.1.2.1. Антитромботично лечение

Хората с CAD трябва да получат конвенционално антитромботично лечение за вторична профилактика, съгласно публикуваните препоръки за общата популация.^{233,239,240} Лицата, приемащи двойни антитромботични средства, трябва да избягват спортове с телесни сблъсъци, особено когато са комбинирани с перорални антикоагуланти, поради риск от хеморагия.²⁴¹

5.1.3. Миокардна исхемия без обструктивно заболяване в епикардната коронарна артерия

Исхемията и необструктивната CAD (INOCA) е недостатъчно разпознаван обект, свързан с повишен риск от нежелани събития,²⁴² който обикновено се открива по време на оценка на ангинозните симптоми. Стрес CMR и PET могат да открият ненормален резерв на коронарния поток и да предположат коронарна микроваскуларна дисфункция с некритични лезии. Няма установени лечения за микроваскуларна ангина. Панелът обаче предлага придържане към същите препоръки за упражнения, както при дългогодишни CCS.

5.1.4. Връщане към спорт след остър коронарен синдром

Сърдечната рехабилитация на базата на упражнения (exCR) намалява сърдечната смъртност, болничната реадмисия,²³⁴ и тревожността.²⁴³ Лицата, които са претърпели ACS, сърдечна хирургия или перкутанна интервенция, трябва да бъдат насочени към ранна exCR програма,^{235,242} скоро след изписването,^{6,235,244} 8–12 седмици след сърдечния инцидент.^{235,244} Всяка седмица забавяне на упражненията води до допълнителен месец упражнения, за да постигнато същото ниво на полза.²⁴⁵

Упражняването на хора с CAD може да започне с изпълнение на развлекателни спортни дейности с ниска до умерена интензивност, паралелно с участие в структурираните програми за прогресиращи упражнения. Всички видове спортни дейности могат да бъдат взети предвид в подходящо ниво на интензивност; трябва да се обърне обаче внимание на развитието на нови симптоми.²¹⁸

Като цяло са необходими структурирани програми за извънболнични упражнения за 3–6 месеца, за да се постигне подходящото ниво на активност за участие в спортове при пациенти с CAD. При лица с MI без елевация на ST-сегмента или CCS, които са получили пълна ревазуларизация и нямат остатъчна исхемия, тренировките за упражнения могат да се развият с по-бързо темпо, докато се достигне препоръчаното ниво на упражнения.

5.1.4.1. Състезателни спортисти

Изисква се внимателна индивидуална оценка преди започване на високо интензивни състезателни спортове. При състезателни спортисти се препоръчва ехокардиограма, тест за максимално упражнение с 12-канален ECG запис или CPET за стратификация преди завръщане към спорта (вижте точка 5.1.2). CPET добавя специфична информация за аеробни и анаеробни прагове, насочвайки предписването и прогресирането на интензивността на упражненията (вижте точка 4.2).

5.1.4.2. Рекреационни спортисти

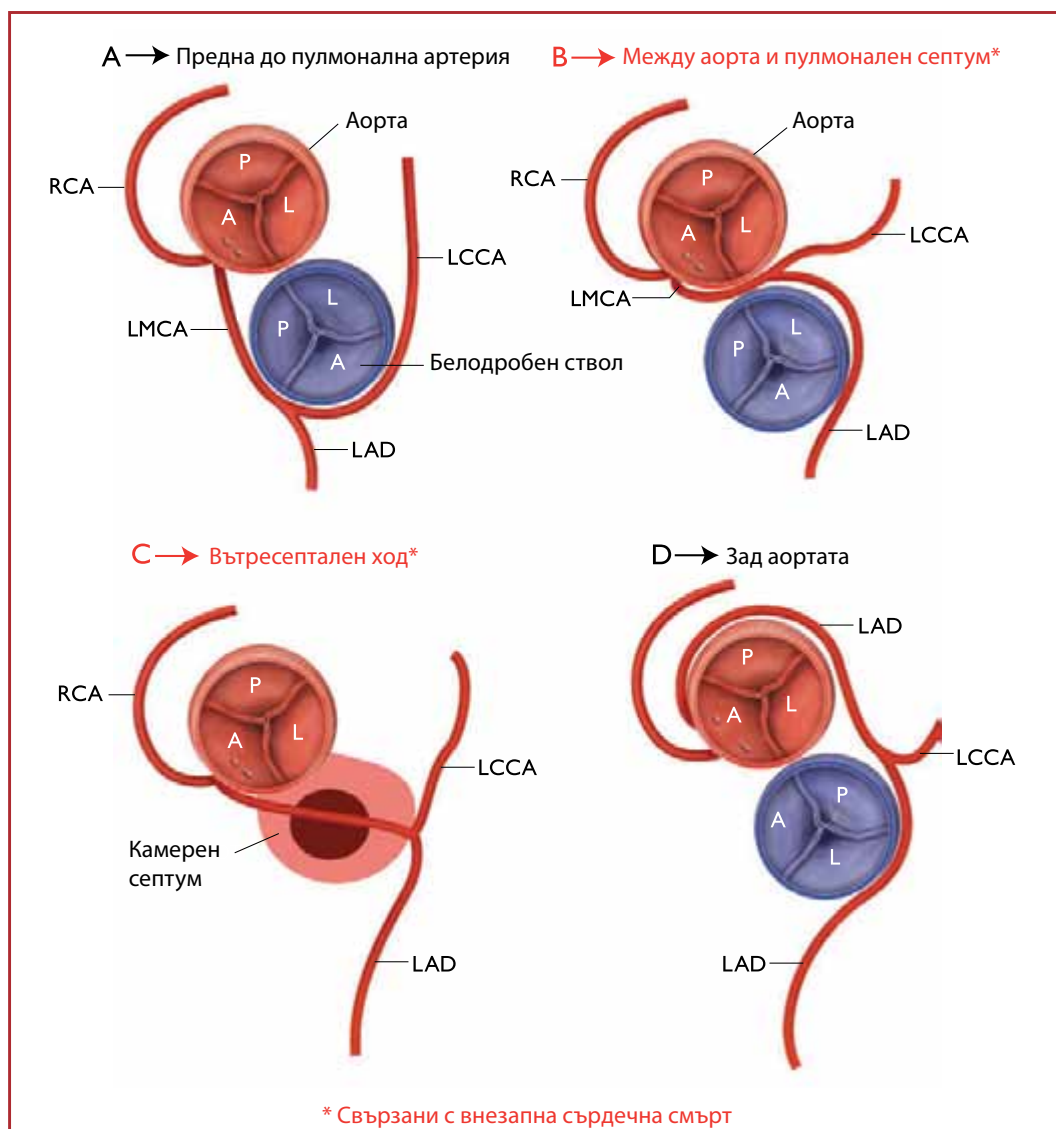
За лицата, които възнамеряват да участват в несъстезателни, развлекателни спортове и дейности за свободното време,

Препоръки за връщане към упражнения след остър коронарен синдром

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
При всички пациенти с CAD се препоръчва сърдечна рехабилитация на базата на упражнения, за да се намали сърдечната смъртност и рехоспитализация. ²³⁴	I	A
По време на началния период при пациентите с CAD трябва да се имат предвид мотивационна и психологическа подкрепа и индивидуализирани препоръки за прогресиране на количеството и интензивността на спортните дейности.	IIa	B
Всички спортни дейности трябва да се имат предвид при индивидуално адаптирано ниво на интензивност при ниско-рискови лица с CCS.	IIa	C

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.

CAD = коронарна артериална болест; CCS = хроничен коронарен синдром.



Фигура 6: Схематично представяне на най-честия аномален произход на коронарните артерии и свързания риск от внезапна сърдечна смърт.

RCA = дясна коронарна артерия; LMCA = лява стволова коронарна артерия; LAD = лява предна десцендентна артерия; LCCA = лява циркумфлексна коронарна артерия.

по отношение на стратификацията на риска се прилагат подобни принципи. Симптом-ограничен/максимален работен тест трябва да предшества връщането към спорта. Пациенти с по-висок риск с CCS (Таблица 11) не отговарят на условията за състезателни спортове (вижте. раздел 5.1.2); биха могли обаче да се имат предвид спортни занимания с ниска интензивност, като голф, при интензивност под прага на ангина. Ако аеробни упражнения не се толерират, препоръките са за предимно силови спортове с малко количество мускулна работа (Фигура 2, раздел 4.1.2).

5.1.5. Аномален произход на коронарни артерии

5.1.5.1. Произход

Честотата на АОСА (лява и дясна коронарна артерия) е 0,44% в общата юношеска популация.²⁴⁶ АОСА се счита за честа

причина за SCD при млади спортисти,^{17, 18, 247, 248} но се среща рядко при лица на възраст >40 години.^{249,250}

Болката в гърдите, синкопът при натоварване и SCD може да са първата проява на АОСА,²⁵¹ но над две трети от пациентите са безсимптомни.²⁵² Механизмите, водещи до SCD, вероятно включват многократни пристъпи на исхемия с последващо увеличение на миокардната фиброза и склонност към развитие на VA по време на тренировка. Исхемията може да е резултат от компресия на аномалния съд, който се движи между аортата и белодробната артерия и/или от излизането под остър ъгъл от аортата и/или проксималния интрамурален ход на аномалния съд (Фигура 6).²⁵³ И левият, и десният аномален коронарен произход са замесени в Ex-R SCD, въпреки че по традиция се е смятало, че рискът е значително по-висок при аномален ляв коронарен артериален произход.²⁵² Работните тестове рядко

Препоръки за упражнения при млади лица/спортисти с аномален произход на коронарни артерии

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Когато се обмислят спортни дейности, при лица с АОСА, трябва да се вземе предвид оценка с образни тестове за идентифициране на високорискови модели и стрес тест с упражнения за проверка на исхемия.	IIa	C
При безсимптомни лица с аномална коронарна артерия, която не се движи между големите съдове, няма цепковиден остиум с намален лумен и/или интрамурален ход, конкуренция би могли да се има предвид, при условие че след достатъчно консултиране относно рисковете липсва индуцируема исхемия.	IIb	C
След хирургична корекция на АОСА биха могли да се има предвид участие във всички спортове, най-рано 3 месеца след операцията, ако те са безсимптомни и няма данни за индуцируема миокардна исхемия или сложни сърдечни аритмии по време на максимален стрес тест.	IIb	C
Не се препоръчва участие в повечето състезателни спортове с умерено и висок сърдечно-съдови изисквания сред лица с АОСА с излизане под остър ъгъл или аномален ход между големите съдове. ^c	III	C

^a Клас на препоръките^b Ниво на доказателственост.^c Тази препоръка се прилага независимо дали аномалията е идентифицирана като следствие от симптоми или е открита случайно и при лица на възраст <40 години.

АОСА = аномален произход на коронарни артерии.

разкриват миокардна исхемия, а СТ, ССТА или CMR с усилен контраст са основен стълб на диагнозата.

5.1.5.2. Избираемост за спортове

Допустимостта за състезателни спортове се основава на анатомичния тип АОСА и на наличието на исхемия. Силно положителният инотропен и положителен хронотропен работен тест е най-добрият подход за демонстриране или изключване на исхемия. АОСА с излизане от аортата под остър ъгъл, което води до цепковиден отвор с намален лумен и аномална извивка между аортата и белодробната артерия, е свързано с най-голям риск за SCA/SCD, независимо дали аномалната артерия произхожда от левия или десния синус на Valsalva и при симптоматични лица трябва да се обърне сериозно внимание на хирургичната корекция на такава аномалия. Преди успешна корекция, не се препоръчва участие в спортове, различни от спортове с ниска интензивност, независимо от симптомите. Не можем да предоставим препоръки за упражнения или спорт за по-възрастни пациенти (> 40 години) с АОСА, поради оскъдността на проучванията. Въпреки това, развлекателните упражнения с умерена интензивност изглеждат разумни, но се препоръчва внимателен подход към по-енергичните упражнения.

5.1.6. Миокарден бриджинг**5.1.6.1. Произход**

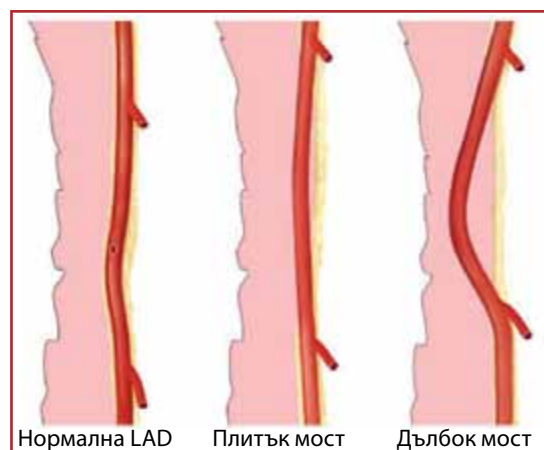
Понятието бриджинг на миокарда (MB) се отнася за състояние, когато част от миокарда покрива сегмент на епикардна коронарна артерия (наричана тунелна артерия) и най-често засяга лявата предна низходяща артерия (Фигура 7). Разпространението на MB варира от 0,5–12% и до 5–75% според диагностичната ангиография или серията при СТ сканиране.²⁵⁴ MBs традиционно се считат за доброкачествени; въпреки това, връзката между миокардната исхемия и MBs увеличава тяхното клинично значение. MB може да бъде открит при образна диагностика след патологичен ECG тест и също трябва да се подозира при лица, които се представят с ангина при натоварване или синкоп. Компресията на коронарните артерии заедно с ефект на Venturi (засмукване) са потенциалните основни механизми за индуцирана от упражнения исхемия.²⁴⁸

Оценката на лица с MB има за цел преди всичко да се оцени морфологичните характеристики на анатомичната аномалия (т.е. брой MB, дълбочина и обща дължина на ту-

нелирания съд) и наличието на индуцируема исхемия. Положителният инотропен и хронотропен стрес тест е най-добрият подход за демонстриране на миокардна исхемия. MB без други основни асоциирани заболявания [напр. хипертрофична кардиомиопатия (HCM)] и без данни за индуцируема миокардна исхемия има добра прогноза.²⁵⁵ Въпреки това, при възрастни/стари хора е показано, че артериалната компресия в MB може да бъде пряко свързана с атеросклеротичната обремененост, проксимално на MB.²⁵⁶ Тези лица трябва да се разглеждат в същата категория, като лица с CAD, и ако е необходимо да се лекуват по подходящ начин, въпреки че мнозинството от MB са клинично мълчаливи. Бета-блокери трябва да се използват, когато пациентите имат симптоматика или е установена миокардна исхемия. Може да се вземе предвид хирургична корекция, докато коронарно стентиране не се препоръчва.²⁵⁵

5.1.6.2. Избираемост

Пациентите с MB и данни за исхемия трябва да бъдат ограничени от участие в състезателни спортове и трябва да получат подходящи съвети относно заниманията в свободното време.



Фигура 7: Схематично представяне на миокарден мост.

LAD = лява предна десцендентна артерия.

Препоръки за упражнения/спорт при лица с миокарден мост

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Участието в състезателни и развлекателни спортове трябва да се има предвид при безсимптомни лица с миокарден мост и без индуцируема исхемия или камерна аритмия по време на максимално тестване на упражненията	IIa	C
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с миокарден мост и персистираща исхемия или сложни сърдечни аритмии по време на тест с максимално натоварване.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

5.2. Препоръки за упражнения при лица с хронична сърдечна недостатъчност

5.2.1. Предистория: основания за упражнения при хронична сърдечна недостатъчност

Повечето от доказателствата относно физ. упражненията при хронична сърдечна недостатъчност (HF) са извлечени от проучвания, прилагащи програми за тренировки, които се считат за безопасни и силно препоръчителни при стабилни пациенти на оптимална медицинска терапия.^{257–260} Мета-анализи на тези проучвания са показали значително подобрение на поносимостта към упражнения и качеството на живот и умерен ефект върху смъртността по всички причини и HF-специфична смъртност и хоспитализация.^{261–267}

5.2.2. Рисква стратификация и предварителна оценка

Интервенцията с упражнения трябва да започне само при клинично стабилен индивид след оптимизиране на медицинската терапия за HF. Основните компоненти преди започване на програма за упражнения и спортни участия включват:

1. **Исключване на противопоказания за упражнения:** Противопоказанията за започване на програма за упражнения при хронична HF включват хипотония или хипертония в покой или по време на тренировка, нестабилно сърдечно заболяване, влошени симптоми на HF, миокардна исхемия въпреки терапията (упражненията могат да бъдат разрешени до исхемичен праг), или тежка и неоптимално лекувана белодробна болест.²⁵⁸
2. **Извършване на базална оценка:** Необходима е задълбочена кардиологична оценка, включително оценка на съпътстващите заболявания и тежестта на HF (напр. чрез оценка на натриуретични пептиди в кръвта и ехокардиография). Максималният работен тест (за предпочитане CPET) е важен за оценка на функционалния капацитет, аритмии, предизвикани от упражнения или хемодинамични промени и предписване на интензивност на упражненията, базиращо се на VO₂peak, или на почивка и максимална сърдечна честота по време на тренировка [напр. HRR или рейтинг на Borg за възприемано усилие (RPE)].^{265,266}
3. **Оптимизиране на медицинската терапия:** Всички лица със HF трябва да бъдат лекувани в съответствие с насто-

ящите Препоръки,²⁵⁷ включително, ако е необходимо, имплантиране на устройства.²⁶⁷

Сесията от упражнения трябва да бъде индивидуално приспособена за няколко седмици, съгласно симптомите и обективните констатации по време на теста с упражнения, като максимален работен капацитет, реакция на сърдечната честота или аритмии. При предсърдно мъждене (AF), упражненията могат да бъдат мониторираны само чрез мощност или RPE на Borg.

Пациентите с висок риск трябва да бъдат консултирани по-често през началните фази. В идеалния случай, упражненията трябва да бъдат наблюдавани чрез програма за сърдечна рехабилитация, базирана на упражнения, докато не контролирани домашни сесии трябва да се добавят постепенно.²⁶⁰ Когато се спазват всички тези мерки, общият риск от упражнения е нисък, дори по време на упражнения с по-висока интензивност и при пациенти с по-тежка HF.^{268,269}

Последващи прегледи за препоръки за упражнения трябва да бъдат насрочени най-малко на всеки 36 месеца. Интервалите между прегледите трябва да зависят от тежестта на заболяването и коморбидности, настройката на сесиите (контролирани спрямо домашни), възрастта на пациента и спазването им.

5.2.3. Типове упражнения и участие в спортове при сърдечна недостатъчност

След контрола на рисковия фактор и оптимизацията на терапията, човекът със HF трябва да бъде насърчаван да започне програми за упражнения без забавяне.^{242,244,270} Първоначално, също могат да бъдат предписвани и наблюдавани програми за домашни упражнения.^{270,271}

В неусложнени случаи, спортни дейности за развлечение с ниска до умерена интензивност могат да се разглеждат успоредно със структурираната програма за упражнения. Когато се предписва, максималната интензивност на упражненията трябва да се следи, например чрез монитори на сърдечната честота. Когато мониторингът не разкрие никакви аритмии, предизвикани от упражнения или други аномалии, тогава се разрешават всички видове развлекателни спортни дейности (вижте Фигура 2, раздел 4.1.2).

5.2.3.1. Аеробни упражнения/упражнения за издръжливост

Аеробни упражнения се препоръчват за стабилни пациенти [New York Heart Association (NYHA) клас I–III], поради добре демонстрираната си ефикасност и безопасност.²⁶⁰ Препоръките за оптимална доза натоварване са описани преди това в Препоръките на ESC и АНА.^{242,270–272} Най-често оценяваният режим на упражнения е умерено непрекъснато упражнение (MCE).^{242,270–272} При пациенти във функционален клас III по NYHA, интензивността на упражненията трябва да се поддържа на по-ниско ниво (<40% от VO₂peak), според усещаните симптоми и клиничния статус през първите 1–2 седмици. Това трябва да бъде последвано от постепенно увеличаване на интензивността до 50–70% VO₂peak и ако се толерира – до 85% VO₂peak като основната цел.^{270,271}

Напоследък, програмите за интензивно обучение с висока интензивност (HIIT) се разглеждат като алтернативен начин за упражнение за пациенти с нисък риск.²⁶⁹ Най-новият мета-анализ показва, че HIIT превъзхожда MCE при подобряване на VO₂peak при лица с HF с намалена (<40%) изтласкваща фракция (HFrEF) в краткосрочен план.²⁷³ Това превъзходство обаче е изчезнало при анализа на подгрупи изокалорийни протоколи. Програмите HIIT могат да бъдат препоръчани първоначално за подготовка на ниско-рискови пациенти със стабилна HF, които искат да се върнат към

Таблица 12: Оптимална доза тренировъчни упражнения при пациенти с хронична сърдечна недостатъчност

	Аеробно упражнение	Упражнение със съпротивление
Честота	3–5 дни/седмици, оптимално ежедневна	2–3 дни/седмици; балансирана ежедневна тренировка
Интензивност	40–80% VO2peak	Borg RPE <15 (40–60% от 1 RM)
Продължителност	20–60 мин	10–15 повторения при най-малко 1 група от 8–10 различни упражнения за по-горната и по-долната част на тялото
Начин	Непрекъснато или интервално	
Прогресия	Трябва да се предпише прогресивно нарастващ тренировъчен режим с редовни проследяващи контроли (най-малко всеки 3–6 месеца) с цел уточняване на продължителността и нивото на упражняване до достигнатото ниво на поносимост	Прогресивно нарастващ тренировъчен режим трябва да се предпише с редовни проследяващи контроли (най-малко на всеки 3–6 месеца) за приспособяване на продължителността и нивото на упражнението с достигнатата степен на поносимост

1 RM = максимум едно повторение RPE = рейтинг на възприетото усилие; VO2peak = пикова кислородна консумация.

високо-интензивни аеробни и смесени спортове за издръжливост (Фигура 2, раздел 4.1.2).

5.2.3.2. Упражнение за съпротивление

Тренирането с упражнения за съпротивление може да допълва, но не и да замества, аеробните тренировки, тъй като обръща загубата и декондиционирането на скелетната мускулна маса без прекомерно напрежение върху сърцето.^{270,274} Интензивността на тренировката може за предпочитане да бъде настроена на нивото на съпротивление, при което пациентът може да извърши 10–15 повторения на 15 по скалата на Borg's RPE (Таблица 12).^{242,270} При пациенти с променена функция на скелетната мускулатура и загуба на мускулна маса, тренировъчните упражнения трябва първоначално да се фокусират върху увеличаване на мускулната маса чрез използване на програми за съпротива.^{275,276}

Програми за резистентност могат специално да се вземат предвид за ниско-рискови стабилни пациенти, които искат да се върнат към свързани със сила спортове, например вдигане на тежести (Фигура 2, раздел 4.1.2). Мета-анализ показва, че упражненията за устойчивост, като единична интервенция, имат способността да увеличават мускулната сила, аеробния капацитет и качеството на живот при пациенти с HFrEF, които не могат да участват в програми за аеробни упражнения.²⁷⁷ Също така, при напреднала СН или при пациенти с много нисък толеранс към упражнения, упражненията за съпротивление могат да се прилагат безопасно, ако се тренират малки мускулни групи.^{270,277,278}

5.2.3.3. Респираторни упражнения

Тренировката на инспираторни мускули подобрява VO2peak, диспнеята и мускулната сила,^{279–282} и включва типично няколко сесии на седмица с интензивност, варираща от 30% до

60% от максималното инспираторно налягане, и продължителност от 15–30 минути за средно 10–12 седмици.²⁷⁹ Този начин на обучение трябва да се препоръчва на най-тежко декондиционираните индивиди като първоначална алтернатива, които след това могат да преминат към конвенционални тренировки за упражнения и спортни участия, за да оптимизират сърдечно-белодробните ползи.²⁸⁰

5.2.3.4. Водни упражнения

Водни упражнения не се препоръчват за лица с HF, поради опасения, че увеличаването на централния кръвен обем и сърдечното пред-натоварване в резултат на хидростатично налягане може да не се толерира.²⁸³ Неотдавнашен мета-анализ показва обаче, че тренировките с водни упражнения могат да бъдат безопасни и клинично ефективни.²⁸⁴

5.2.4. Спортно участие и връщане към спортове

В допълнение към стратификацията на риска (раздел 5.2.3), оценката за участие в спортове включва интензивност и вид спорт (състезателен срещу развлекателен) и определяне на индивидуалното ниво на фитнес.

5.2.4.1. Състезателни спортове

Участието в състезателни спортове може да се разглежда в група от подбрани лица с нисък риск. Препоръчва се задълбочена индивидуална оценка, използваща максимална работна проба (или за предпочитане CPET), преди завръщане към спортове, особено преди да бъдат започнати умерени до високо-интензивни спортове, смесени и силови спортове (Фигура 2, раздел 4.1.2).

Препоръки за предписване на упражнения при сърдечна недостатъчност с намалена или междинна фракция на изтласкване

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчва се редовно обсъждане относно участието в упражнения и осигуряване на индивидуализирана рецепта за упражняване при всички лица със сърдечна недостатъчност. ^{260,261,285}	I	A
Сърдечната рехабилитация на базата на упражнения се препоръчва при всички стабилни лица, за да се подобри капацитетът за упражняване, качеството на живот и да се намали честотата на болничната реадмисия. ^{260,261,285}	I	A
Освен годишната сърдечна оценка, трябва да се вземе предвид клинична преоценка, когато интензивността на упражненията се увеличи.	IIa	C
Трябва да се има предвид мотивационна и психологическа подкрепа, и индивидуализирани препоръки за това как да напредва количеството и интензивността на спортните дейности.	IIa	C
Спортните развлекателни дейности с ниска до умерена интензивност и участие в структурирани програми за упражнения биха могли да се имат предвид при стабилни лица.	IIb	C
Програми за интервални тренировки с висока интензивност биха могли да се имат предвид при пациенти с нисък риск, които искат да се върнат към високо-интензивни аеробни и смесени спортове за издръжливост.	IIb	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

Безсимптомни индивиди със запазен ($\geq 50\%$) EF (HFpEF) или с междинна ($\geq 40\text{--}59\%$) EF (HFmrEF), които са оптимално лекувани, могат да отговарят на условията за участие в някои състезателни спортове при липса на предизвикани от упражнения аритмии или предизвикана от упражнения хипотония. В такива случаи се препоръчва прогресивно увеличаване на работната доза на упражнението. Продължителността на този процес зависи от функционалния капацитет и усещаните симптоми. Някои ограничения могат да се приложат за високо-интензивна издръжливост, смесени и силови спортове с високи изисквания, особено при по-възрастни пациенти. Не трябва да се прилагат ограничения за спортове, свързани с умения.

Безсимптомните пациенти с HFpEF, които са оптимално лекувани, могат да се считат за безопасни само за изпълнение на специфични спортни умения с ниска интензивност на състезателно ниво (Фигура 2). Пациентите с по-висок риск, включително тези, които са подложени на неоптимално лечение, тези, които остават в NYHA II или III въпреки оптималната терапия, и тези с аритмии, предизвикани от упражнения или индуцирана от упражнения хипотония, не трябва да участват в състезателни спортове, особено тези спортове с умерено до високо кардио-пулмонално натоварване по време на тренировка или състезание.

Препоръки за участие в спортове при сърдечна недостатъчност

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Преди да се вземе предвид спортна дейност, се препоръчва предварителна оптимизация на контрола и терапията на рисковия фактор за сърдечна недостатъчност, включително имплантиране на устройство (ако е подходящо).	I	C
Участието в спортни дейности трябва да се има предвид при лица със сърдечна недостатъчност, които са с нисък риск, въз основа на пълна оценка и изключване на всички противопоказания, в стабилно състояние в продължение на най-малко 4 седмици, оптимално лечение и функционален клас I по NYHA.	IIa	C
Несъстезателни (ниско до умерено интензивни развлекателни) умения, мощност, смесени спортове или спортове за издръжливост биха могли да се имат предвид при стабилни, безсимптомни и оптимално лекувани лица с HFmrEF.	IIb	C
Спортните развлекателни спортове с висока интензивност, адаптирани към възможностите на отделния пациент, биха могли да се имат предвид при избрани стабилни, безсимптомни и оптимално лекувани лица с HFmrEF със съобразени с възрастта възможности, над средните.	IIb	C
Несъстезателни спортове (с ниска интензивност, развлекателни, свързани с умения) биха могли да се имат предвид (когато се толерират) при стабилни, оптимално лекувани индивиди с HFpEF.	IIb	C
Спортовете с висока интензивност на енергия и издръжливост не се препоръчват при пациенти с HFpEF, независимо от симптомите.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

HFmrEF = сърдечна недостатъчност с междинна изтласкваща фракция; HFpEF = сърдечна недостатъчност с намалена изтласкваща фракция; NYHA = New York Heart Association (Нюйоркска сърдечна асоциация).

5.2.4.2. Развлекателни спортове

За пациентите, които възнамеряват да участват в развлекателни спортове и разтоварващи активности, подобни принципи се прилагат по отношение на стратификацията на риска. Препоръчва се прогресивно увеличаване на дозата за упражнения. Спортове с умения с ниска до умерена интензивност, силови, смесени и за издръжливост може да се имат предвид при всички безсимптомни индивиди.

Както при състезателните спортове, развлекателните спортове с висока интензивност трябва да се имат предвид само при безсимптомни лица с HFmrEF (EF 40–49%), които нямат аритмии, предизвикани от упражнения или хипотония, предизвикана от упражнения. Безсимптомните лица с HFpEF, които са лекувани оптимално, могат да се занимават със свързани с умения развлекателни спортове с ниска до умерена интензивност, и селективно със спортове за издръжливост с ниска интензивност (Фигура 2).

При пациенти с HFpEF с много ниска толерантност към упражненията, честа декомпенсация или пациенти с помощни устройства за LV (вж. *Допълнителни данни*) е възможно участие в спортове, свързани с умения с ниска интензивност, ако се толерират. Редовни дейности за издръжливост с ниска интензивност, напр. ходене или колоездене, като цяло трябва да се препоръчва за подобряване на основния капацитет за упражнения.

5.2.5. Сърдечна недостатъчност със запазена изтласкваща фракция

Програмите за сърдечна рехабилитация, базирани на упражнения, са крайъгълен камък в цялостната профилактика и управление на HFpEF.^{260,285} Интервенцията с упражнения за 12–24 седмици увеличава функционалния капацитет и качеството на живота.^{286–292} Благоприятните ефекти изглежда се медиатират от подобряване на окислителния мускулен метаболизъм и съдовата функция.²⁹³ При пациенти със затлъстяване е доказано, че намаляването на теглото има ефекти, подобни на упражненията,²⁸⁸ поради което се препоръчва стабилно намаляване на теглото с 10% за 2–4 години.²⁹⁴

5.2.5.1. Видове упражнения и участие в спортове

Интензивности с по-висока издръжливост, като HIIT (4 x 4 минути при 85–90% пиков сърдечен ритъм, с 3 минути активно възстановяване), разкриха положителни ефекти върху миокардната функция, но данните са ограничени до малка група пациенти с диабет.²⁹⁵ HIIT, извършен в продължение на 4 седмици, е подобрил значително VO2peak и диастолната функция на LV.²⁹⁶ Упражненията с по-висока интензивност трябва да бъдат ограничени до стабилни пациенти и могат да бъдат въведени постепенно след 4 седмици MCE.

Упражненията трябва да започват с кратки фази от 10 минути издръжливост и 10 минути упражнения за съпротива, които постепенно трябва да се удължат във времето за период от 4 седмици. Крайната цел трябва да бъде поне 30–45 минути за ≥ 3 дни в седмицата. В зависимост от симптоматичния статус и функционалния капацитет на пациента, могат да бъдат въведени интервали с по-висока интензивност.

При HFpEF продължителността на интервенцията изглежда важна за предизвикване на функционални и структурни промени в CV. Интервенциите в продължение на 2 години при здрави лица са премахнали ранните признаци на диастолна дисфункция.^{297,298} По отношение на спортното участие, вижте *раздел 5.2.3*.

Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица със сърдечна недостатъчност със запазена фракция на изтласкване

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчват се умерени упражнения за издръжливост и динамично съпротивление, заедно с намеса в начина на живот и оптимално лечение на сърдечно-съдови рискови фактори (т.е. артериална хипертония и диабет тип 2). ^{287,289–292,299}	I	C
Състезателни спортове биха могли да се имат предвид при избрани стабилни пациенти без аномалии при максимална работна проба.	IIb	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

Вижте също препоръката в раздел 5.2.5.

5.2.6. Упражняване при лица след сърдечна трансплантация

Работният капацитет при получатели на сърдечна трансплантация (НТх) е намален с 50–60% в сравнение със здрава възраст възраст и съпадащи по пол лица в общата популация,^{300–302} поради няколко фактора (Таблица 13).³⁰³ Упражненията намаляват риска от CV заболявания, предизвикан от след-трансплантационна имunosупресивна медицинска терапия,³⁰⁴ и увеличава физическата работоспособност,³⁰⁵ позволявайки на пациентите с НТх да постигнат нива, сравними със съответстващи по възраст контроли.³⁰⁶ Получателите на НТх, участващи в програми за сърдечна рехабилитация, базирани на упражнения, разкриват благоприятен резултат по отношение на болничната реадмисия и дългосрочната преживяемост.^{305,307,308}

Подобренията в способността за упражнения зависят главно от обема на упражненията. Повишеният функционален капацитет се дължи главно на периферни адаптации в скелетната мускулатура, включително повишен оксидативен капацитет и капилярна проводимост. Неврологичната р-инервация на сърдечния алографт също допринася за подобряване на функционалния капацитет през първата година.^{304,309,310} Ако това се случи, обучението може да се извършва на високи нива, което дава възможност на избрани пациенти с НТх да извършват маратонски бягания или триатлони.^{304,309,310}

5.2.6.1. Начини на упражняване и спортни участия

Комбинацията от упражнения за издръжливост и устойчивост се счита за предпочитана програма за упражнения. Средната интензивност на упражненията за издръжливост трябва да започне с умерена интензивност (60% VO₂peak), която може да бъде увеличена по-късно до 80% VO₂peak: ниво на режим, прилаган в повечето проучвания за намеса при упражнения при НТх.³⁰⁵ В не-усложнени случаи, тези интензитети могат да бъдат увеличени до максимални нива.

Препоръчително е хората да изпълняват до пет 30-минутни серии от упражнения на седмица; въпреки това, в предишни проучвания на НТх продължителността и честотата на упражненията са варирали от 30 минути до 90 минути, 2 до 5 пъти седмично.^{305,311} В тези тренировки са включени, както тренировки за издръжливост, така и за съпротивление; въпреки това, всяка седмица могат да се провеждат допълнителни 23 сесии тренировки за съпротива.

Упражненията за съпротива трябва да се фокусират върху големи мускулни групи, като се използват упражнения със собственото тегло или упражнения върху машини с те-

Таблица 13: Фактори, влияещи върху намалената физическа активност (пиков VO₂) и намаления сърдечен дебит при лица със сърдечни трансплантации

Намаленият физически капацитет (пиков VO₂) и редуцираният сърдечен дебит при пациенти със сърдечна трансплантация се определят от:

- денервация на сърдечния алографт
- диастолна дисфункция на трансплантираната лява камера
- намалена теле-диастолна пикова екскурзия и ударен обем с 20%
- увеличен обемен индекс на пулмонално капилярно вклинено налягане/теледиастолен обем по време на максимална ергометрия в изправено положение
- миокардна исхемия, поради васкулопатия на сърдечния алографт
- нарушена периферна съдова ендотелна функция
- повишено системно съдово съпротивление с 50%
- намалени скелетно-мускулни оксидативни фибри, митохондриален обем, ензимна активност и капилярна гъстота
- намалени артерио-венозна кислородна разлика с 25%
- повишена симпатикова активност

жести. Упражнението за съпротива на горната част на тялото трябва да започне най-малко 3 месеца след операцията, а интензивността трябва постепенно да се увеличава от ниска до умерена, но може да се извършва и до субмаксимални интензитети, в случай на не-усложнено заболяване (вижте точка 4.1.1).

Основно ограничение на упражнението за издръжливост е намаленият хронотропен отговор на упражнението, поради денервация на алографта. Освен хронотропната неспособност, при предписване и провеждане на работна програма трябва да се имат предвид и други патофизиологични промени след НТх (Таблица 13). Трябва да се има предвид индуцирана от упражненията исхемия от сърдечна алографтна васкулопатия, особено при изпълнение на упражнения с по-висока интензивност, за които се смята че имат някои големи ефекти върху подобряването на работния капацитет при тези пациенти.^{311,312}

След оптимизация на терапията се съобщава се за осъществимост и безопасност на спортни участия при стабилни безсимптомни пациенти с НТх. Следователно, при избрани

Препоръки за упражнения и участие в спорт при пациенти с трансплантация на сърце

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчва се редовно упражнение при сърдечната рехабилитация, съчетаващо аеробни упражнения с умерена интензивност и резистентност, за да се върне патофизиологията към времето преди трансплантацията, да се намали сърдечно-съдовият риск, предизвикан от лечението след трансплантацията, и да се подобри клиничния клиничен изход. ^{305–312}	I	B
Трябва да се вземе предвид участие в рекреационни (ниско-интензивни развлекателни) спортове и насърчи при стабилни, безсимптомни лица след оптимизиране на терапията.	IIa	C
Допустимостта за състезателни спортове, включващи упражнения с ниска и умерена интензивност, биха могли да бъдат взети предвид при избрани безсимптомни индивиди с не-усложнено проследяване. ^{304,309,310}	IIb	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

лица може да се вземе предвид участие в състезателни спортове, като се избягват дисциплини с висока интензивност на сила и издръжливост.

5.3. Препоръки за упражнения при лица с клапна сърдечна болест

5.3.1. Въведение

Клапните сърдечни болести засягат приблизително 1–2% от младите упражняващи лица в общата популация. Докладите за естествената еволюция на клапните сърдечни заболявания при спортисти са осъждни; обаче съществува теоретична възможност голям ударен обем, съчетан с енергични механични контракции на сърцето и повишено хронотропно състояние предизвикано от упражнения, да ускорят клапната дисфункция. Последващите ефекти при хронични стенозични или регургитационни лезии могат да причинят компенсаторна сърдечна хипертрофия, нарушена камерна функция, миокардна исхемия, сърдечни аритмии и вероятно SCD.

5.3.1.1. Общи принципи при оценка и рискова стратификация на лица с клапна сърдечна болест преди упражнения за отдих или състезателни спортове

Липсват проспективни проучвания, изследващи въздействието на упражненията върху прогресията на клапната болест; следователно, общите препоръки, представени в този раздел, се основават на консенсусни становища и дългосрочни проследяващи проучвания на неспортни популации. Повечето хора с клапна болест на сърцето са безсимптомни или леко симптомни, а някои може да се стремят да участват в редовни програми за упражнения, включително в свободното време и при състезателни спортове. Подходът при тези лица изисква оценка на симптомния статус, функционалния капацитет, естеството на клапната лезия и въздействието на получените условия на натоварване върху сърдечната структура и функция. Всички лица трябва да бъдат оценени с клинична анамнеза, физикален преглед, ECG, ехокардиография и работна проба. В клиничната анамнеза трябва да се проучат сърдечни симптоми и функционален капацитет. Ехокардиографията трябва да се фокусира върху морфологията и функцията на клапата, като се обърне особено внимание на тежестта и въздействието на размера и функцията на сърдечната камера. Работните тестове трябва да наподобяват интензивността на спорта, в който са ангажирани, и трябва да се фокусират върху индуцируемостта на симптомите, аритмии, миокардна исхемия и хемодинамичния (BP) отговор към упражненията. Някои хора могат да се нуждаят от работна ехокардиография, за да се оцени тежестта на клапния дефект.

Счита се, че безсимптомни лица с лека до умерена клапна дисфункция, които имат запазена камерна функция и показват добър функционален капацитет без индуцируема с упражнения миокардна исхемия, ненормален хемодинамичен отговор или аритмии, са с нисък риск и могат да участват във всички спортове. Въсъщност, леката клапна регургитация (предимно трикуспидална и белодробна) е често срещана сред тренираните спортисти и вероятно представлява характеристика на сърцето на спортиста. Напротив, лица със симптоми при натоварване, умерена или тежка клапна дисфункция, левокамерна или дяснокамерна дисфункция, белодробна хипертония и предизвикани от упражнения сърдеч-

ни аритмии или абнормен хемодинамичен отговор се считат за високорискови и могат да се имат предвид за инвазивна интервенция.

5.3.1.2. Проследяване

Всички лица с клапно сърдечно заболяване трябва да се оценяват редовно. Честотата на оценката може да варира от 6 месеца до 2 години, в зависимост от симптоматичния статус и тежестта на клапната дисфункция.

5.3.2. Аортна клапна стеноза

Стенозата на аортната клапа (AS) най-често е резултат от възрастово зависим дегенеративен процес, причиняващ прогресивно задебеляване, калцификация и намалена подвижност на платната.³¹³ AS причинява увеличаване на градиента на трансвалвуларното налягане и LV обременяване, с последваща LV хипертрофия, фиброза и повишена миокардна нужда от кислород. Левокамерната изтласкваща фракция (LVEF) обикновено се запазва. Засегнатите лица могат да имат нормален сърдечен дебит в покой и дори по време на тренировка, поради което някои индивиди с AS са способни на добро изпълнение на упражнения. Въпреки това, тежката AS е свързана с повишен риск от сърдечна недостатъчност и SCD от механична обструкция на изтласкването, злокачествени VAs или коронарна хипоперфузия.^{18,314}

Диагнозата и степенуването на AS по време на ехокардиография се основават на добре установени критерии.³¹⁵ По-конкретно, тежката AS се определя от: (i) трансвалвуларна доплерова скорост ≥ 4.0 m/s; (ii) среден градиент ≥ 40 mmHg; и (iii) изчислена аортна клапна площ < 1.0 cm² или индексна площ (препоръчва се при спортисти) < 0.6 cm²/m².³¹⁵ В случаите с нисък градиент (< 40 mmHg) и изчислена площ на клапата < 1.0 cm², с EF $< 50\%$ и индекс на ударния обем < 35 ml/m²,

Препоръки за упражнения и участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с аортна стеноза

Аортна стеноза ^c			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани развлекателни спортове.	I	C
Умерена	Участието във всички развлекателни спортове, включващи ниска до умерена интензивност, ако се желаят, може да се имат предвид при лица с LVEF $\geq 50\%$, добър функционален капацитет и нормална работна проба.	IIa	C
Тежка	Участие във всички развлекателни спортове/упражнения с ниска интензивност, ако са желани, биха могли да се вземат предвид при лица с LVEF $\geq 50\%$ и нормална реакция на BP по време на тренировка.	IIb	C
	Не се препоръчва участие в състезателни или развлекателни спортове/упражнения с умерен и висок интензитет.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия (стенозична или регургитантна). BP = кръвно налягане; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция.

Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна стеноза

Аортна стеноза ^c			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани развлекателни спортове.	I	C
Умерена	Участието във всички развлекателни спортове, включващи ниска до умерена интензивност, ако се желаят, може да се имат предвид при лица с LVEF ≥50%, добър функционален капацитет и нормален BP отговор по време на упражнение.	IIb	C
Тежка	Участие в ниско интензивни спортове с умение биха могли да се имат вземат предвид в подбрана група лица с LVEF ≥50%.	IIb	C
	Не се препоръчва участие в спортове или упражнения с умерена или висока интензивност.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия.

BP = кръвно налягане; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция.

се препоръчва ехокардиография с нискодозов добутаминов стрес за идентифициране на псевдо-тежка AS или истинска тежка AS.^{315,316} Оценката на калциевия скор на аортната клапа с CT може да бъде полезна в гранични случаи, когато тежестта на AS остава неясна.^{313,316}

Работните проби са особено важни за оценка на хемодинамичния отговор при AS и служат като ръководство за изпълняване на предписания в случаи на безсимптомна умерена и тежка AS. Прогресивно спадане на SBP при упражнения или неуспех SBP да се увеличи с поне 20 mmHg, идентифицират субекти с по-висок риск.³¹⁷ Камерна тахикардия, предизвикана от упражнения, трябва също да се разглежда като критерий за ограничаване на натоварването.

Безсимптомни лица с лека AS могат да участват във всички спортове. Безсимптомни спортисти с тежка AS не трябва да участват в състезателни или развлекателни спортове, с изключение на ниско-интензивни спортове с умения. Въпреки това, аеробните упражнения с ниска интензивност могат да бъдат насърчавани при безсимптомни лица с цел подобряване на функционалния капацитет и общото благополучие.

Хората със симптомна AS не трябва да участват в състезателни спортове или развлекателни спортове/упражнения и се препоръчва смяна на клапата. Леко упражнение, което не провокира симптоми, би могло да се има предвид при тези индивиди с цел общи ползи за здравето.

5.3.3. Аортна клапна регургитация

Регургитацията на аортната клапа (AR) обикновено се причинява от вродена аномална клапа (т.е. бикуспидна клапа), дегенерация на трикуспидна клапа или загуба на коаптация поради увеличаване на аортния корен.^{313,318} По-рядко срещани причини за AR включват инфекциозен ендокардит или аортна дисекция.

Хемодинамичното последствие от хронична AR се характеризира с претоварване на налягане и обем, което обикновено води до разширена и хипертрофирана LV. За приспособяване на съпътстващия преден поток от митралната клапа и

обратния поток от аортната клапа по време на диастола, LV се увеличава прогресивно по размер и маса. Това ремоделиране понякога може да бъде трудно за разграничаване от сърдечната адаптация при спортисти, особено при мъже с големи телесни размери, които се занимават с дейности за издръжливост, и следователно размерът на LV трябва да се интерпретира в контекста на спорта, в който участват, както и на пола и повърхностната телесна площ на участващия.³¹⁹ Трябва да се имат предвид, че мъжете с LV краен диастолен диаметър >35 mm/m² или LV краен систолен диаметър >50 mm, и жени с LV краен диастолен диаметър >40 mm/m² или LV краен систолен диаметър >40 mm имат патологично увеличение на LV, независимо от степента на физическа тренираност. Тези лица трябва да бъдат наблюдавани внимателно за прогресивно увеличение на крайния систолен диаметър на LV.

При лица със субоптимални ехокардиографски изображения CMR има предимствата, че предоставя точна оценка на обема на LV и EF, изчисления на потока и откриване на наличието на миокарден белег,³¹⁹ при лица с тежка AR. Освен това, по време на същото изследване може да се визуализира цялата гръдна аорта.

Безсимптомни индивиди с лека и умерена AR могат да участват във всички спортове. Безсимптомни лица с тежка AR, умерено дилатирана LV и добра систолна функция на LV могат да участват в спортове включващи ниска и умерена интензивност и биха могли да бъдат имани предвид за по-интензивни упражнения на индивидуална основа. Такива лица се нуждаят от по-често наблюдение на всеки 6 месеца, за да се оцени функцията на LV. При безсимптомни лица с тежка AR и намален LVEF е показано хирургично протезиране/коригиране на клапата и те не трябва да участват в състезателни спортове, но могат да участват в развлекателни спортове, включващи само упражнения с ниска интензивност. Хирургия се препоръчва при симптомни лица с тежка AR. Тези лица не трябва да участват в състезателни или развлекателни спортове; аеробните упражнения с ниска интензивност се насърчават обаче, с цел подобряване на функционалния капацитет и общото благополучие.

5.3.4. Бикуспидна аортна клапа

Бикуспидната аортна клапа (BAV) е често срещана вродена аномалия с преобладаване 1–2% сред общата популация.³²⁰ BAV може да бъде свързан с AS или AR и повишен риск от аневризма или дисекция на възходящата аорта и SCD.^{28,321} В сравнение със синдрома на Марфан, рискът от аортопатия е по-малък; въпреки това BAV е много по-честа, а в съобщенията относителният риск от аортна дисекция е бил осем пъти по-голям, отколкото при трикуспидна аортна клапа.³²¹ BAV може да не бъде идентифициран по време на физикален преглед при липса на клапна дисфункция;^{58,322} въпреки това, клиничният изход при млади индивиди без клапна дисфункция е добър.^{323,324}

Не е ясно дали интензивните упражнения ускоряват дилатацията на аортата в дългосрочен план. Предишно проучване, сравняващо спортисти с BAV, не-спортисти с BAV и спортисти с нормална аортна клапа, съобщава, че атлетите с BAV показват увеличение на аортата с $0,11 \pm 0,59$ mm/година в синусите на Valsalva и $0,21 \pm 0,44$ mm/година за проксималната възходяща аорта, която не се различава от тези при не-спортистите с BAV.³²⁵ Понастоящем, експертните групи за консенсус съветват внимателен подход към спортните дейности, когато възходящата аорта е над нормалните граници (вижте раздел 5.4). При липса на аортопатия, препоръките за упражнения за лица с BAV са идентични с тези при лица с трикуспидна аортна клапна дисфункция.

Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация

Аортна регургитация ^c			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани развлекателни спортове.	I	C
Умерена	Участието във всички развлекателни спортове, ако е желано, трябва да се има предвид при безсимптомни лица с неразширена LV с LVEF >50% и нормален стрес тест.	IIb	C
Тежка	При желание би могло да се вземе предвид участие във всички развлекателни спортове, включващи ниска и умерена интензивност, с леко или умерено разширена LV с LVEF >50% и нормален стрес тест.	IIb	C
	Не се препоръчва участие във всякакви упражнения за развлечение с умерена или висока интензивност при LVEF ≤50% и/или предизвикани от упражнения аритмии.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия.

LV = левокамерен а/о/и; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция.

Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация

Аортна регургитация ^c			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани развлекателни спортове.	I	C
Умерена	Участието във всички състезателни спортове, ако е желателно, трябва да се има предвид при лица с LVEF >50% и нормален работен тест.	IIb	C
Тежка	Участие в повечето състезателни спортове, включващи ниска до умерена интензивност, би могло да се вземе предвид при лица с леко или умерено разширено ЛН с LVEF >50% и нормален стрес тест.	IIb	C
	Не се препоръчва участие в състезателни спортове с умерена или висока интензивност при лица с тежка AR и/или LVEF ≤50% и или предизвикани от упражнения аритмии	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия.

AR = аортна регургитация; LV = левокамерен а/о/и; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция.

5.3.5. Първична митрална регургитация

Повечето хора с болест на митралната клапа имат първична митрална регургитация (MR) от миксоматозна болест.³²⁶ MR се потвърждава и изчислява с ехокардиография. Общите препоръки относно упражненията и спорта се основават

на симптомен статус, тежест на MR, LV функция, систолно налягане в белодробната артерия (sPAP) и наличие или липса на аритмии по време на тренировка. Както атлетичните тренировки, така и MR, могат да бъдат свързани с увеличена кухина на LV; въпреки това, увеличението на LV, което е неп-

Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при безсимптомни лица с митрална регургитация

Митрална регургитация ^{c,d}			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани развлекателни спортове.	I	C
Умерена	Участие във всички развлекателни спортове, ако са желани, трябва да се вземат предвид при индивидуално изпълнение на следното: • LVEDD <60 mm ³²⁷ или <35.3 mm/m ² при мъже и <40 mm/m ² при жени • LVEF ≥60% • sPAP в покой <50 mmHg • Нормален работен тест	IIa	C
Тежка	Участие във всички развлекателни спортове, включващи нисък и умерен интензитет, ако са желани, биха могли да се имат предвид при лица изпълняващи следните изисквания: • LVEDD <60 mm ³²⁷ или <35.3 mm/m ² при мъже и <40 mm/m ² при жени • LVEF ≥60% • sPAP в покой <50 mmHg • Нормален работен текст	IIb	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия.

^d Без спортове със сблъсък или спорт с телесен контакт, ако е антикоагулиран за предсърдно мъждене.

LVEDD = левокамерен теледиастолен диаметър; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция; MR = митрална регургитация; sPAP = систолно пулмонално артериално налягане.

Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с аортна регургитация

Митрална регургитация ^{c,d}			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека	Препоръчва се участие във всички желани състезателни спортове.	I	C
Умерена	Участие във всички състезателни спортове, ако са желани, трябва да се вземат предвид при индивидуално изпълнение на следното: • LVEDD <60 mm³²⁷ или <35.3 mm/m² при мъже и <40 mm/m² при жени • LVEF ≥60% • sPAP в покой <50 mmHg • Нормален работен тест	IIa	C
Тежка	Участие в състезателни спортове, включващи нисък и умерен интензитет, ако са желани, биха могли да се имат предвид при лица изпълняващи следните изисквания: • LVEDD <60 mm³²⁷ или <35.3 mm/m² при мъже и <40 mm/m² при жени • LVEF ≥60% • sPAP в покой <50 mmHg • Нормален работен текст	IIb	C
Не се препоръчва участие в състезателни спортове при лица с LVEF <60%		III	C

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.^c При смесена клапна болест трябва да се спазва препоръката за преобладаващата лезия.^d Без спортове със сблъсък или с телесен контакт, ако е антикоагулиран за предсърдно мъждене.

LVEDD = левокамерен теледиастолен диаметър; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция; MR = митрална регургитация; sPAP = систолно пулмонално артериално налягане.

ропорционално на нивото на натоварване, може да предполага сериозен MR и индикация за въздържане от състезателни или развлекателни спортове, включващи умерени или високо-интензивни упражнения.

Безсимптомни индивиди с лека или умерена MR могат да се състезават във всички спортове, ако имат добър функционален капацитет, запазена LV функция, sPAP <50 mmHg и липса на комплексни аритмии по време на тренировка. Лица със симптомна MR и намалена физически капацитет или лица с MR с предизвикани от упражнения сложни аритмии не трябва да участват в състезателен спорт или развлекателен спорт; все пак, аеробните упражнения с ниска интензивност трябва да се насърчават с цел подобряване на функционалния капацитет и общото благосъстояние. Лицата, които са на дългосрочна антикоагулационна терапия за AF, не трябва да се занимават със спортове с контакт/сблъсък.

5.3.5.1. Пролапс на митралната клапа

Пролапсът на митралната клапа (MVP) се характеризира с фибро-миксоматозни изменения на платната на митралната клапа и е с честота 1–2,4%.^{328,329} Диагнозата MVP се дефинира като >2 mm изместване на едната или и двете платна на митралната клапа извън пръстена в лявото предсърдие в края на систолата.³³⁰ MVP обикновено е доброкачествен с 10-годишен риск от смъртност 5%.³³¹ По-голямата част от хората се откриват случайно по време на сърдечна аускултация или ехокардиография.

Най-честото усложнение на MVP е прогресирането до хронична тежка MR, при 5–10% от хората с MVP. Други усложнения включват HF от хронична MR, белодробна хипертония, инфекциозен ендокардит, надкамерни и VAs, а понякога и SCD.³¹³ В италианския регистър на сърдечната патология на 650 SCD при млади възрастни, 7% се приписват на MVP.³³² Повечето починали са били с цикатризация на долно-базалната стена и папиларните мускули, и пролапс на две платна.

Миокардна цикатризация, пръстеновидно прекъсване на митралната клапа (т.е. необичайно предсърдно изместване на еластичната връзка на митралните платна по време

на систола),³³³ инверсия на Т-вълна в долните отвеждания и VAs, произлизащи от LV [морфология на десен бедрен блок (RBBB)] с високорискови признаци за SCD.³³⁴ Счита се, че механичният стрейн на MVP върху папиларните мускули и съседния миокард е отговорен за белезите на миокарда, което може да бъде възможен механизъм за живото-застрашаващи аритмии при някои индивиди.^{335,336}

По принцип упражненията при хора с MVP имат отлична прогноза. В скорошно италианско проучване на 7449 млади състезатели, MVP е идентифициран при 2,9%. По време на периода на проследяване от 8 ± 2 години не е имало смъртни случаи.³³⁷ Нежеланите събития, включително прогресивна MR с дилатация на LV, исхемичен инсулт и AF е настъпил с честота 0,5% годишно и са били по-чести при по-възрастни спортисти с изходна митрално клапно прекъсване (disjunction) или VAs.

Лицата с MVP трябва да бъдат оценени с работен тест и 24-часова ECG. Лицата с инверсия на Т-вълната в долните отвеждания или камерни преждевременни съкращения, произлизащи от LV, трябва да бъдат подложени на образно скениране с CMR, за да се провери специално за миокардна фиброза, засягаща долно-базалната стена. Други потенциално високорискови маркери включват доказателства за механична дисперсия, открита със speckled tracking (петниста проследяваща) ехокардиография,³³⁸ едновременно удължаване на QT интервала и митрално клапно прекъсване.³³³

Предвид относително доброто естество на MVP, безсимптомните пациенти с лека или умерена MR могат да участват във всички състезателни спортове и спортове за свободното време при липса на гореспоменатите рискови фактори (Фигура 8). Безсимптомни пациенти с тежък MR, но нито един от горните високорискови маркери, може да се състезава в спортове с ниска до умерена интензивност след подробно обсъждане със своя специалист при наличие на LV краен диастолен диаметър (LVEDD) <60 mm (или <35,5 mm/m² при мъже и <40 mm/m² при жени) с LVEF ≥60%, sPAP в покой <50 mmHg и нормална работна проба.

Симптомни пациенти с MVP и някои от гореспоменатите високорискови характеристики (Фигура 8) не трябва да участват в развлекателни или състезателни спортове; въпреки това, аеробните упражнения с ниска интензивност трябва да се насърчават за подобряване на функционалния капацитет и общото благосъстояние.

5.3.6. Митрална стеноза

Въпреки че ревматичната болест на клапата е необичайна в западния свят, увеличаването на моделите на емиграция означава, че кардиолозите могат да срещнат лица с ревматична митрална стеноза (MS), които се стремят да спортуват. Хората с напреднала MS обикновено са симптоматични и неспособни да участват в режими на упражнения с големи CV нужди. Рисквата стратификация при упражняване на лица с MS се основава до голяма степен на подробна ехокардиограма със специфичен интерес към тежестта на лезията и придружаващото систолно PAP. В допълнение, оценката трябва да включва максимален стрес тест за идентифициране на скрити симптоми и функционалния капацитет.

Безсимптомни лица с лека MS [площ на митралната клапа (MVA) 1,5–2,0 cm²] и умерена MS (MVA 1,0–1,5 cm²), които са в синусов ритъм и демонстрират добър функционален капацитет при работен тест и нормален sPAP, могат да участват във всички състезателни и развлекателни спортове.

Леко симптоматичните лица с тежка MS (MVA <1,0 cm²) могат да участват само в упражнения за свободното време, включващи физически усилия с ниска интензивност. Лицата със симптоматична MS трябва да бъдат насочени за интервенция и посъветвани да се въздържат от участие в

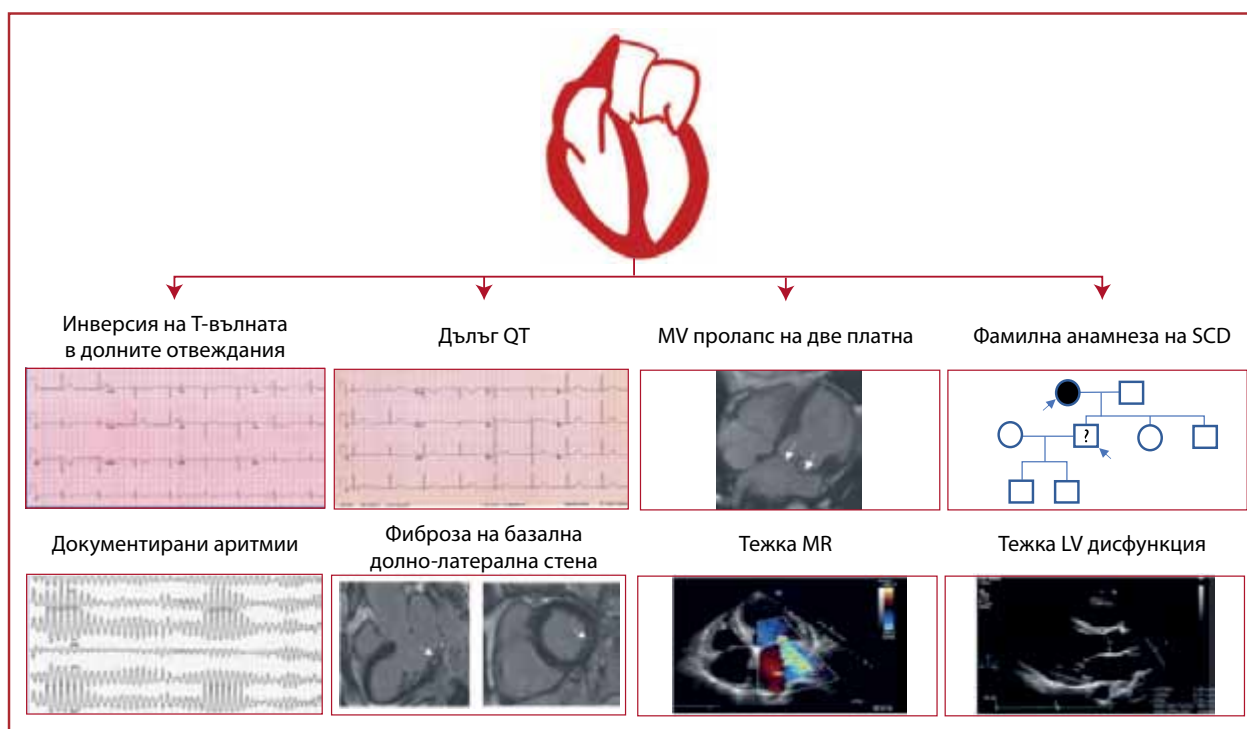
спортни и развлекателни упражнения с умерен или висок интензитет. Лицата с AF трябва да бъдат антикоагулирани и да избягват контактни спортове. В случаите на балонна митрална валвулопластика с добри резултати (т.е. MVA >2,0 cm²) биха могли да се имат предвид редовни упражнения и състезателен спорт при безсимптомни лица с добър функционален капацитет.

5.3.7. Трикуспидална регургитация

Трикуспидалната регургитация (TR) обикновено е вторична по отношение на заболяването на лявото сърце, белодробната хипертония или дисфункцията на дясната камера (RV). При повечето пациенти с вторичен TR, ограниченията на упражненията са свързани с основната патология.

Леката TR се среща често при спортисти и е придружена от физиологично разширение на долната празна вена, която колабира лесно при вдишване. Тежката TR се характеризира с увеличаване на трикуспидалната ануларна дилатация и ремоделиране на RV, което води в крайна сметка до дисфункция на RV и нереактивна долна празна вена. Хората с тежък TR могат също да имат намален физически капацитет, поради нарушен сърдечния дебит при упражнения.³³⁹ Нещо повече, те могат да получат повишено налягане на пълнене отлясно и отляво по време на тренировка, като последното се дължи на диастолно камерно взаимодействие.³⁴⁰

По принцип, безсимптомни пациенти с TR, които имат добър функционален капацитет, неразширена дясна камера, запазена камерна функция, sPAP <40 mmHg и липса на комплексни аритмии, могат да се състезават във всички състезателни и развлекателни спортове.



Фигура 8: Специфични маркери за повишен риск от внезапна сърдечна смърт (SCD) с пролапс на митралната клапа. LV = левокамерен/а/о/и; MR = митрална регургитация; MV = митрална клапа. Адаптирано по Gati *et al.*³³⁶

Препоръки за участие във възстановителни/развлекателни спортове при лица с митрална стеноза

Митрална стеноза ^{c,d}			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека (MVA 1.5–2.0 cm ²)	Участие във всички развлекателни спортове, ако са желани, се препоръчва при лица с sPAP <40 mmHg в покой и нормална работна проба.	I	C
Умерена (MVA 1.0–1.5 cm ²)	Участие във всички развлекателни спортове с ниска и умерена интензивност, ако са желани, биха могли да бъдат взети предвид при лица с sPAP <40 mmHg в покой и нормална работна проба.	IIb	C
Тежка (MVA <1 cm ²)	Не се препоръчва участие в спортове за удоволствие с умерена или висока интензивност.	III	C

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.^c За смесена клапна болест, трябва да се спазват препоръките за преобладаващата клапна лезия.^d Без спортове със сблъсък или с телесен контакт, ако е антикоагулиран за предсърдно мъждене.

MVA = митрална клапна площ; sPAP = систолично пулмонално артериално налягане.

Препоръки за участие в състезателни спортове при безсимптомни лица с митрална стеноза

Митрална стеноза ^{c,d}			
Препоръки		Клас ^a	Ниво ^b
Лека (MVA 1.5–2.0 cm ²)	Участие във всички състезателни спортове, ако са желани, се препоръчва при лица с sPAP <40 mmHg в покой и нормална работна проба.	I	C
Умерена (MVA 1.0–1.5 cm ²)	Участие във всички състезателни спортове включващи ниска интензивност биха могли да бъдат взети предвид при лица с sPAP <40 mmHg в покой и нормална работна проба.	IIb	C
Тежка (MVA <1 cm ²)	Не се препоръчва участие в състезателни спортове.	III	C

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.^c За смесена клапна болест, трябва да се спазват препоръките за преобладаващата клапна лезия.^d Без спортове със сблъсък или с телесен контакт, ако е антикоагулиран за предсърдно мъждене.

MVA = митрална клапна площ; sPAP = систолично пулмонално артериално налягане.

5.4. Препоръки за упражнения при лица с аортопатия

5.4.1. Въведение

Аневризмите на гръдната аорта са до голяма степен безсимптомни, докато настъпи внезапно и катастрофално събитие, включително руптура или дисекция на аортата, което може да бъде бързо фатално.

Напредналата възраст, мъжкият пол, дългосрочната анамнеза за артериална хипертония и наличието на аортна аневризма дават най-големия популационен риск за аортна дисекция. Въпреки това, пациентите с генетични нарушения на съединителната тъкан, като синдромите на Marfan (MFS), Loeys Dietz, Turner, или Ehlers Danlos (EDS), и на пациенти с BAV са с повишен риск в много по-млада възраст. BAV има разпространение от около 1–2% сред общата популация. Тези пациенти имат сравнително нисък риск за аортна дисекция, в сравнение с пациенти с наследствено заболяване на гръдната аорта (HTAD). Наличието на фамилна анамнеза за аортна дисекция или внезапна смърт е рисков фактор, а по-големият диаметър на аортата носи още по-висок риск, въпреки че дисекцията може да възникне при всеки диаметър и особено при пациенти с EDS няма ясна връзка с аортния диаметър.^{341–343}

Разширеният аортен корен (> 40 mm) не е характеристика на сърцето на спортиста, като само малка част от младите спортисти (0,3%) имат увеличен диаметър на аортния корен.^{344–347} По време на проследяването при тези спортисти не се е наблюдавало прогресивно увеличаване на

аортния диаметър и не са настъпили аортни събития през 5-годишен период.³⁴⁷

5.4.2. Риск от дисекация

Поради повишаването на ВР и стреса на стените, свързани с интензивни упражнения и спорт, подобни дейности са потенциално свързани с повишен риск от разширяване на аортата и остра аортна дисекция. Ежедневните упражнения обаче са важни за поддържане на идеално ВР, сърдечна честота и телесно тегло, а заседналият начин на живот е важен модифицируем рисков фактор за CV заболяване и смъртност. Физическата активност се препоръчва при всички пациенти с аортна патология, дори когато аортата е разширена.

Няма рандомизирани контролирани проучвания за състезателни спортове при пациенти с гръдна аортна болест или каквито и да било проспективни данни относно рисковете от състезателен спорт при пациенти след хирургична корекция; въпреки това, дори след заместване на аортния корен, пациентите с MFS и други HTAD остават в риск от аортни усложнения. Едно малко проспективно кохортно проучване оценява осъществимостта и ефектите от 3-седмична програма за рехабилитация при 19 пациенти с MFS със средна възраст 47 години. По време на 1-годишното проследяване не е имало нежелани събития, но е имало подобрене във физическата форма и намаляване на психологическия стрес. Тези ефекти са били доловими след 3 седмици на рехабилитация и най-вече са се запазили през 1-годишното проследяване. За съжаление не е била дадена информация за аортните диаметри.³⁴⁸

Таблица 14: Класификация на риска за спортуване при пациенти с аортна патология

	Нисък риск	Нисък-среден риск	Умерен риск	Висок риск
Диагноза	- Аорта <40 mm при BAV или трикуспидна клапа - Синдром на Turner без аортна дилатация	- MFS или друг HTAD синдром без аортна дилатация - Аорта 40–45 mm при BAV или трикуспидна клапа - След успешна торакална аортна хирургия за BAV или други нискорискови ситуации	- Умерена аортна дилатация (40–45 mm при MFS или друга HTAD; 40–50 mm при BAV или трикуспидна клапа, синдром на Turner ASI 20–25 mm/m², тетралогия на Fallot <50 mm) - След успешна операция на торакалната аорта за MFS или HTAD	- Тежка аортна дилатация (>45 mm при MFS или друга HTAD, >50 mm при BAV или трикуспидна клапа, Turner синдром ASI >25 mm/m², тетралогия на Fallot >50 mm) - След хирургия с последствия
Съвет	Всички спортове разрешени с предпочитане за спортове за издръжливост спрямо силови	- Да се избягват упражнения с висока и много висока интензивност, контакт, контактни и силови спортове - Предпочитане на спортовете за издръжливост пред тези за сила	Само спортни умения или смесени, или спортове за издръжливост с ниска интензивност	Спортове са (временно) противопоказани
Проследяване	Всеки 2–3 години	Всеки 1–2 години	Всеки 6 месеца до 1 година	Повторна оценка след лечение

ASI = индекс на аортния размер; BAV = бикуспидна аортна клапа; HTAD = наследствена торакална артериална болест; MFS = синдром на Marfan.

5.4.3. Спортни дисциплини

Свързаните с упражнения остри дисекции на гръдната аорта са описани в литературата в общо 49 доклада на случаи. От тях 42 пациенти са пострадали от дисекции на гръдната аорта, Stanford тип A. В мнозинство от случаите (26/49) вдигането на тежести е било свързано с аортна дисекция.³⁴⁹ Освен това, наскоро публикувано ретроспективно кохортно проучване на 615 пациенти с остра аортна дисекция тип A установява, че 4,1% от случаите са били свързани със спортни дейности. Типът спорт, за който се съобщава най-често, е голф (32%), но няма корекция за процента участниците в спорта и вероятно отразява, че голфърите са често по-възрастни, с повишен риск от хипертония и оттам – потенциал за дисекция.³⁵⁰

5.4.4. Ефект върху аортния диаметър и стреса върху стената

Едно напречно срезово проучване, което включва 58 състезатели с BAV, не показва връзка между размерите на аортата и продължителността на тренировката.³⁵¹ Две проучвания сравняват спортисти и обездвижени лица с BAV и не съобщават за разлика в скоростта на аортен растеж между двете групи.

Два модела MFS мишки, изследващи ефектите от леко-умерено динамично упражнение върху аортната стена, показват намаляване на скоростта на растеж на аортния диаметър при мишки с MFS, които са изпълнявали леко до умерено динамично упражнение в сравнение с обездвижени мишки с MFS.^{352,353} Сред трениращите мишки аортната стена става по-здрава и се изисква по-голямо механично напрежение, за да се предизвика аортна руптура. Оптимален защитен ефект е бил установен при ниво на интензивност на тренировката 55–65% от максималното прием на кислород (VO_{2max}).

5.4.5. Препоръки

Редовните упражнения имат добре документирана полза за фитнес, психологическо благосъстояние и социално взаимодействие, както и положителен ефект върху хипертония-

та и съпътстващия бъдещ риск от дисекция. Повечето лица с аортна патология имат полза от определена програма за минимални упражнения и могат да участват поне в развлекателни спортове (Таблица 14). Някои лезии са несъвместими с тренировки за издръжливост и състезателни спортове, поради високия риск от дисекция или разкъсване. Препоръките за физически упражнения и спорт трябва да бъдат индивидуализирани и да се базират на подлежащата диагноза, аортния диаметър, фамилната анамнеза за дисекция или внезапна смърт (рисков фактор) и съществуващите преди това фитнес и опит. Преди включване в спорт се препоръчва работен тест с оценка на реакцията на кръвното налягане.

Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица с аортна патология

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Преди да се включите в упражнения, се препоръчва стратификация на риска, с внимателна оценка, включваща висококачествено изобразяване на аортата (CT/CMR) и работна проба с оценка на кръвното налягане.	I	C
Препоръчва се редовно проследяване, включително оценка на риска.	I	C
Динамичните упражнения трябва да се считат за по-подходящи от статичните упражнения.	IIa	C
Участието в състезателни или спортни дейности в свободното време (с изключение на силовите спортове) трябва да се има предвид при лица с нисък риск (Таблица 14).	IIa	C
Участието в индивидуализирани или развлекателни упражнения за свободното време би могло да се вземе предвид при лица с висок риск (Таблица 14).	IIb	C
Състезателни спортове на се препоръчват при лица, които са с висок риск (Таблица 14).	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CMR = сърдечен магнитен резонанс; CT = компютърна томография.

5.5. Препоръки за упражнения при лица с кардиомиопатии, миокардити и перикардити

Кардиомиопатиите са важна причина за SCD/SCA при млади хора и упражненията са замесени като спусък за фатални аритмии.^{17–19,28} Откриването на кардиомиопатия при индивиди има важни последици по отношение на последващото участие в натоварвания. Появата на превантивни стратегии за SCD доведе до значително разширяване на броя на предимно безсимптомни млади пациенти с кардиомиопатии, които се стремят да спортуват. Когато съветвате такива лица, от съществено значение е да се постигне баланс между защитата на пациентите от упражнения с потенциално неблагоприятни ефекти и лишаването им от многобройните ползи от упражненията.

5.5.1. Хипертрофична кардиомиопатия

Диагнозата на HCM се основава на наличието на необяснима хипертрофия на LV, дефинирана като максимална дебелина на крайната диастолна стена ≥ 15 mm, в даден миокарден сегмент при ехокардиография, CMR или CT изображения.³⁵⁵ HCM може да се има предвид и при лица с по-малка степен на хипертрофия на LV (дебелина на стената ≥ 13 mm) в контекста на фамилна анамнеза за сигурна HCM или положителен генетичен тест.³⁵⁵

5.5.1.1. Стратификация на риска при хипертрофична кардиомиопатия

Събраните доказателства и голямото струпване на случаи на SCD при млади спортисти в САЩ предполагат, че упражненията увеличават риска от SCD/SCA при лица с HCM.¹⁸ Предишните консенсусни препоръки са ограничавали последователно всички спортисти с HCM от състезателни спортове.^{1,356,357}

Съвсем наскоро, сравнително малки надлъжни клинични проучвания показват, че рискът от SCD по време на тренировка би могъл да бъде значително по-нисък от първоначалните виждания. Lampert *et al.* съобщиха, че лица с HCM, които са продължили да участват в спорт след имплантиране на имплантируем кардиовертер дефибрилатор (ICD), не са имали повишен брой шокове по време на тренировка.^{358,359} В напречно срезно проучване на 187 пациенти с HCM, енергичните упражнения не са били свързани с появата на VA.³⁵⁸ Pelliccia *et al.* са съобщили клиничния изход при кохорта от 35 спортисти с HCM, ангажирани в тренировки и състезания от 5 до 31 години (средно 15 ± 8). По време на 9-годишен период на проследяване не е имало разлики в честотата на симптомите или основните събития между спортисти, които са прекратили упражненията ($n = 20$) в сравнение със спортисти, които са продължили състезателни спортове ($n = 15$).³⁶⁰ В следсмъртна серия, само 23% от 194 смъртни случая от HCM са настъпили по време на спорт и са засегнали мъже със средна възраст 30 години.³⁶¹ И накрая, лица с HCM, които участваха в рехабилитационни програми, демонстрираха значително подобрене на функционалния капацитет без нежелани събития.^{362,363}

В заключение, има ограничени доказателства, които показват, че всички лица с HCM са уязвими към фатални аритмии по време на упражнения и спортни участия. В това отношение, систематичното ограничаване на състезателния спорт при всички засегнати лица вероятно е неоправдано,

а по-либералният подход към спортно участие е разумен при някои лица след внимателна оценка.³ Това е особено важно за по-голямата част от хората с HCM, които желаят да участват в любителски спорт или упражнения за свободното време, за да поддържат своето физическо и психологическо благосъстояние.

5.5.1.2. Базална оценка на пациенти с HCM

Изисква се системен подход при оценяване на лице с HCM, което иска съвет за упражнения. Базалната оценка трябва да включва изчерпателна лична и фамилна анамнеза с отчитане на възрастта на лицето и годините упражняване преди диагностициране, оценка на тежестта на фенотипа HCM и наличието на конвенционални рискови фактори за SCD/SCA. При по-възрастни пациенти с HCM, лекарят трябва да прегледа наличието на сърдечни коморбидности, като хипертония и исхемична болест на сърцето, които могат да създадат по-лоша прогноза при HCM.^{364,365}

5.5.1.3. Анамнеза

Наличието на симптоми, приписвани на HCM, трябва да подтикне към по-консервативни препоръки за упражнения. Лица с анамнеза за сърдечен арест или непредвиден синкоп и лица със симптоми, предизвикани от упражнения, трябва да бъдат посъветвани да се занимават само с развлекателни спортове с ниска интензивност.

5.5.1.4. ECG в покой и амбулаторно ECG

12-каналната ECG в покой има ограничена стойност в стратификацията. Амбулаторното ECG мониториране, за предпочитане 48 часа, е важно за откриване на камерни и надкамерни аритмии. Периодът на наблюдение трябва да включва сесия с упражнения. Безсимптомната непродължителна камерна тахикардия (NSVT) крие значителен риск от SCD при по-млади лица (≥ 35 години).³⁵⁵ Пароксизмалните надкамерни аритмии могат да имат значителни последици за функционалния капацитет, а в случай на AF, за предотвратяване на инсулт.³⁶⁶

5.5.1.5. Ехокардиография

Във връзка със стратификацията на риска за SCD, клиникът трябва да оцени следните ехокардиографски показатели: (i) дебелина на стената на LV; (ii) градиент на изходния тракт на LV (LVOT); и (iii) диаметър на лявото предсърдие.³⁵⁵ При всички лица трябва да се направи оценка в покой на градиента на LVOT, по време на прием на Valsalva, при внезапно изправяне и след леко упражнение на място, като многократни клякания. По дефиниция, обструкцията на LVOT се определя като пиков градиент на налягане ≥ 30 mmHg в покой или по време на физиологична провокация. Градиент ≥ 50 mmHg се счита за хемодинамично значим. Работна стрес-ехокардиография трябва да се има предвид при лица със симптоми при натоварване, които имат систолно предно движение на платната на митралната клапа, но не разкриват обструкция на LVOT или показват само лека до умерена обструкция на LVOT с гореспоменатите прийоми.

5.5.1.6. Изобразяване със сърдечен магнитен резонанс

Изображенията с CMR се признават все повече като необходим инструмент за потвърждаване на диагнозата и за оценка на стратификацията на риска при лица с HCM. Късното гадолинево усилване (LGE), показателно за миокардна фиброза, може да присъства в до 75% от пациентите с HCM и само по себе си е лош дискриминатор на клиничния изход. Наличието на обширен ($\geq 15\%$ от LV миокард) LGE обаче,

може да идентифицира индивиди с повишен риск от камерни тахикардитии и SCD.^{367–370}

5.5.1.7. Работна проба

Работните тестове (или СРЕТ) трябва да бъдат част от рутинната оценка за преценяване на функционалния капацитет на лице с HCM, което възнамерява да се упражнява. В допълнение, необичайният ВР отговор на упражнения (дефиниран като <20 mmHg увеличение на SBP от изходното ниво или индуцирана от упражненията хипотония)^{371 372} и наличието на предизвикани от упражнения симптоми или аритмии са маркери на висок риск и трябва да доведат до препоръки за по-консервативни упражнения.

5.5.1.8. Генетично тестване

В момента генетичните тестове са запазени за фамилен каскаден скрининг. Той не дава информация за решения, свързани с риска от SCD/SCA и не трябва да се извършва за стратификация на риска от упражнения.

5.5.1.9. ESC рисков скор при HCM

Резултатният риск за ESC използва седем променливи (възраст, синкоп, фамилен анамнез за SCD от HCM, максимална дебелина на стената на LV, диаметър на лявото предсърдие, обструкция на изхода на LV, NSVT) за оценка на риска от SCD при пациенти с HCM.^{355,373} Тази информация може да бъде въведена в онлайн калкулатор (<https://doc2do.com/hcm/webHCM.html>), за да се изчисли 5-годишен риск за даване на препоръки дали е показан профилактичен ICD. За целите на настоящите Препоръки, рискът от SCD се определя като нисък ако е <4%, умерен ако е между ≥4% и <6% и висок ако е ≥6% за 5 години.

5.5.1.10. Препоръки за упражнения

След приключване на началната оценка, лекарят трябва да вземе предвид: (i) наличието на симптоми; (ii) ESC рисков скор; (iii) наличие на обструкция в покой или индуцируема LVOT обструкция по време на тренировка; (iv) хемодинамичен (ВР) отговор на упражнения; и (v) наличието на аритмии в покой или предизвикани от упражнения, преди да се препоръча подходящата форма и интензивност на упражненията.

Въпреки че тези насоки се застъпват за по-либерален подход към спортното участие, безспорно е, че дори липсата на всички основни рискови фактори не носи имунитет към SCD.³⁷⁴ Освен това, оценката на риска на ESC се основава на доказателства, получени предимно от неатлетични кохорти.³⁷³ Докато няма данни, които да предполагат, че този подход за оценка на риска е по-малко валиден при спортисти, трябва да се има предвид, че той може да не отразява точно риска от SCD при лица, изложени на хемодинамични и метаболитни стресове при високо-интензивни спортове. Следователно, когато съветвате човек с HCM относно участието във високо-интензивни програми за упражнения и състезателни спортове, това съображение трябва да бъде неразделна част от дискусията по време на споделяния процес на вземане на решения.

5.5.1.11. Специални съображения

Възрастта на лицето може да има влияние върху риска. Средната възраст на смъртта в най-големите серии с SCD от САЩ е била 18 години, като 65% от смъртните случаи са настъпвали при спортисти ≤17 години.³⁵⁴ Въпреки че младата възраст не трябва да изключва дадено лице от упражнения

с висока интензивност при липса на допълнителни рискови фактори, тя трябва да бъде взета предвид при дискусията с лицето и родителите или настойниците. В допълнение, специфичните спортове могат да представляват по-висок риск за SCD, като силно динамични, старт–стоп спортове като баскетбол и футбол.^{17,58}

Лица, които имат положителен генотип, но не разкриват никакви фенотипни структурни или аритмични характеристики на HCM, могат да се занимават с всички спортове. Такива индивиди трябва да се оценяват ежегодно за фенотипни характеристики и за целите на стратификацията.

5.5.1.12. Проследяване

Годишно проследяване се препоръчва за повечето лица с HCM, които тренират редовно. Трябва да се вземе предвид по-често (6-месечно) проследяване при юноши и млади въз-

Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с хипертрофична кардиомиопатия

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръки за упражнения		
Участието във високо-интензивни упражнения/състезателни спортове, ако има желание (с изключение на тези, при които появата на синкоп може да бъде свързана с увреждане или смърт), би могло да се вземе предвид при лица, които нямат маркери за повишен риск след извършване на експертна оценка.	IIb	C
Участие в развлекателни упражнения с ниска или умерена интензивност, ако има желание, би могло да се вземе предвид при лица, които имат някакви маркери за повишен риск след извършване на експертна оценка.	IIb	C
Участието във всички състезателни спортове, ако има желание, би могло да се вземе предвид при лица, които са ген-положителни за HCM, но фенотип-отрицателни.	IIb	C
Участието във упражнения с висока интензивност (включително развлекателни и състезателни спортове) не се препоръчва за лица, които имат ВСЕКИ маркери за повишен риск ^c .	III	C
Проследяване и допълнителни съображения свързани с риска		
Годишно проследяване се препоръчва при лица, които се упражняват редовно.	I	C
Шестмесечно проследяване трябва да се вземе предвид при юноши и млади възрастни, които са по-податливи на свързана с упражнения SCD.	IIa	C
Трябва да се има предвид годишна оценка за генотип-положителни/фенотип-отрицателни лица заради фенотипни признаци и цели на стратификацията.	IIa	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c Маркерите за повишен риск включват: (i) сърдечни симптоми или анамнез за сърдечен арест или необясним синкоп; (ii) умерен рисков скор по ESC (≥4%) за 5 години; (iii) LVOT градиент в покой >30 mmHg; (iv) абнормен ВРотговор към упражнения; (v) предизвикани от упражнения аритмии.

ВР = кръвно налягане; ESC = Европейско кардиологично дружество; HCM = хипертрофична кардиомиопатия; LVOT = кардиомиопатия с левокамерна обструкция на изходния тракт; SCD = внезапна сърдечна смърт.

Вижте Таблица 4 за различни индекси на интензивност на упражненията и зоните за тренировка.

растни, чийто фенотип и следователно риск от SCD може все още да се развива и които са по-уязвими към SCD, свързан с упражнения.^{58,239} Последващата оценка трябва да се фокусира върху преценка на прогресията на заболяването и стратификация на риска. Новите симптоми трябва да доведат до незабавно прекъсване на упражненията и преоценка.

5.5.2. Аритмогенна кардиомиопатия

Аритмогенната дяснокамерна кардиомиопатия (ARVC) се определя патологично от наличието на фибро-мастно заместване на дясната камера и клинично от живото-застрашаващи VA. Първоначално, състоянието беше признато за преобладаващо RV заболяване, а в момента диагнозата се основава на вероятностни критерии на Работната група, които обхващат електро-физиологични, анатомични, функционални и клинични характеристики на заболяването.³⁷⁵ От първото си описание концепцията за ARVC се разви, така че да включва скрити или субклинични фенотипове и бивентрикуларна болест. Сега е добре установено, че в повечето случаи са засегнати и двете камери.^{376–378} Това доведе до разработването на нов термин, аритмогенна кардиомиопатия, който обхваща набор от диагностични термини за различни (генетични и придобити) патологии. Въпреки че дефиницията на „аритмогенна кардиомиопатия“ все още изисква съгласие, тя може да се разглежда като общ термин за семейство заболявания, които се характеризират с двукамерни аномалии на миокарда, включително фибро-мастна инфилтрация и цикатрикси, идентифицирани чрез патологично изследване и/или сърдечни образи и VA.

Терминът аритмогенна кардиомиопатия (ACM) се използва навсякъде в тези препоръки; обаче е важно да се признае, че по-голямата част от литературата за влиянието на упражненията върху прогресията на заболяването и риска от SCD произлиза от кохорти с класически ARVC. Това е отразено в указанията, предоставени в настоящите Препоръки. Следователно е възможно препоръките да не отразяват точно преобладаващо заболяването на LV, което представлява малка част от спектъра на болестта, в която въздействието на упражненията върху фенотипа на заболяването и риска е по-малко изяснено от RV вариант. Където е подходящо, се предоставят насоки за други състояния, които могат да бъдат разумно разгледани под шапката на ACM [включително подвидове дилатативна кардиомиопатия (DCM)].

5.5.2.1. Рискова стратификация при аритмогенни кардиомиопатии

ACM представлява значителна част от SCDs при млади и атлетични лица.²⁸ Установените рискови фактори за SCD, които трябва да предизвикат обсъждане за ICD, включват прекъснат SCD, непредвиден синкоп, камерна тахикардия и нарушена RV и/или LV систолна функция.³⁷⁹ Наскоро беше предложен нов модел VA за прогнозиране на риска, но неговата валидизация предстои тепърва.³⁸⁰ Редовните и високо-интензивни тренировъчни програми са свързани с ускоряване на болестния процес и по-лоши резултати.^{381–389}

В експериментален модел на хетерозиготни мишки с дефицит на плакоглобин, тренировките са ускорили RV дисфункция и аритмиите.³⁸² Подобни резултати са потвърдени при носители на човешка десмозомна мутация, участващи в енергични (>70% VO₂max) спортове за издръжливост.³⁸⁴ Подобни находки са докладвани при пациенти с ACM и безсимптомни генно-позитивни членове на семейството, въпреки по-консервативното определение на атлетичния

статус (упражнения с интензивност ≥ 6 METs за ≥ 4 h/седмица за ≥ 6 години).³⁸⁶ Наскоро, резултатите от мултидисциплинарното проучване в Северна Америка съобщават, че пациентите, занимаващи се със състезателни спортове, са били с двойно повишен риск от камерни тахикардии или смърт и по-ранно представяне на симптоми, в сравнение с пациентите, участвали в развлекателни спортове и с обездвижени лица.³⁸⁵ Сред пациентите, които се занимават със състезателни спортове, ранната възраст на започване на спорт е свързана с преждевременно представяне на симптоми и неблагоприятен клиничен профил. Намалването на интензивността на упражненията е било свързано със значително намаляване на риска от камерни тахикардии или смърт до същото ниво като неактивните пациенти.³⁸⁵ И накрая, в многонационален регистър от 393 състезатели с имплантиран ICD, които са продължили да участват в редовни състезания, 20% от спортистите с ACM са получили шок по време на натоварване в сравнение с 10% в покой, по време на среден срок проследяване от 44 месеца. Диагнозата ACM е била единствената променлива, свързана с получаване на подходящи шокове по време на състезание.^{359,389}

5.5.2.2. Базална оценка на пациенти с аритмогенна кардиомиопатия

Изисква се систематичен подход, когато се оценяват лица с ACM, които искат съвети за упражнения. Базовата оценка трябва да включва изчерпателна история на симптомите и фамилен анамнез за ACM или SCD, оценка на тежестта на фенотипа ACM и наличието на конвенционални рискови фактори за SCD/SCA.

5.5.2.3. Анамнеза

Синкопът поради предполагаема аритмия е важен рисков маркер за SCD/SCA и предиктор за бъдещи подходящи терапии с ICD.^{390–394} Наличието на симптоми, приписвани на ACM, трябва да засили препоръките за консервативни упражнения. Лица с анамнез за сърдечен арест или непредвиден синкоп и лица със симптоми, предизвикани от физическо натоварване, трябва да бъдат посъветвани да участват само в програми за развлекателни упражнения с ниска интензивност.

5.5.2.4. ECG в покой и амбулаторно ECG

Освен своята диагностична полезност, 12-каналната ECG може да предостави полезна информация, свързана със стратификацията на риска при ACM. Наличието на обширна инверсия на T-вълната, обхващаща ≥ 3 прекордиални отвеждания, или инверсия на T-вълна в два от трите долни отвеждания създава допълнителен риск за SCD/SCA.^{395,396}

Амбулаторното ECG-мониторинг е важно за откриване на VAs. Трябва да се положат всички усилия през периода на наблюдение, за да бъде включена предложената работна сесия. Наличието на NSVT или значително обременяване с камерна ектопия ($\geq 1000/24$ часа), дори при безсимптомни индивиди, води до повишен риск от фатални аритмии.^{392,393,397}

5.5.2.5. Ехокардиография и изобразяване със сърдечен магнитен резонанс

Във връзка със стратификацията на риска от SCD, клиницистът трябва да оцени тежестта на участие на RV и LV по отношение на камерна дилатация и систолна дисфункция. Изобразяването с CMR е по-полезно от ехокардиографията за оценка на аномалиите на движение на стената на RV и може също така да определи количествено степента на инфилтрация на миокардна мазнина и/или цикатрикси. Колкото

по-широко е заболяването, толкова по-висок е аритмичният риск.^{398,399}

5.5.2.6. Работна проба

Работните тестове трябва да бъдат част от рутинната оценка на всеки индивид с АСМ, който желае да спортува, тъй като може да предостави информация относно функционалния капацитет и стратификацията на риска. Работни проби не трябва да се извършват при пациенти с АСМ по време на „горещи фази“. Наличието на симптоми или аритмии, предизвикани от упражнения, трябва да доведе до по-консервативни препоръки.

5.5.2.7. Генетично тестване

Генотипът може да има и прогностична стойност. Във варианта на ARVC редица проучвания съобщават, че носителите на множество патогенни варианти в един и същ десмозомен ген или мутации в ≥ 2 гена могат да имат почти четири пъти по-висок ритмогенен риск от тези с единична мутация.⁴⁰⁰ Специфични генотипове като DSP и TMEM43, но също и LMNA и FLNC, свързани с други фенотипове АСМ (вижте точка 5.5.4), са склонни към високо аритмично натоварване, която може да предшества структурния фенотип.^{401,402}

Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с аритмогенна кардиомиопатия

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръки за упражнения		
Участие в 150-минутни упражнения с ниска интензивност на седмица трябва да се има предвид при всички лица.	Ia	C
Участие в развлекателни упражнения/спортове с ниска до умерена интензивност, ако има такива желания, би могло да се вземе предвид при лица без анамнеза за сърдечен арест/VA, необясним синкоп, минимални структурни сърдечни аномалии, <500 PVCs/24 h и без данни индуцирани от упражнения сложни VAs.	IIb	C
Участието във високоинтензивни развлекателни упражнения/спортове или които и да е състезателни спортове не се препоръчва при лица с АСМ, включително тези, които са генно положителни, но фенотип отрицателни. ^{384,386}	III	B
Проследяване и допълнителни съображения свързани с риска		
Годишно проследяване се препоръчва при лица, които се упражняват редовно.	I	C
Шестмесечно проследяване трябва да се вземе предвид при юноши и млади възрастни, които са по-податливи на свързана с упражнения SCD.	Ia	C
Трябва да се има предвид годишна оценка за генотип-положителни/фенотип-отрицателни лица заради фенотипни признаци и цели на стратификацията.	Ia	C
Шестмесечно проследяване трябва да се вземе предвид при юноши и млади възрастни, които са по-податливи на свързана с упражнения SCD.	Ia	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

АСМ = аритмогенна кардиомиопатия; PVC = преждевременна камерна контракция; SCD = внезапна сърдечна смърт; VA = камерна аритмия.

Вижте Таблица 4 за различни индекси на интензивност на упражненията и зоните за тренировка.

5.5.2.8. Препоръки за упражнения

Научните доказателства като цяло подкрепят концепцията, че при пациенти с АСМ участието във високо-интензивни спортове трябва да бъде обезсърчавано, тъй като то е свързано с ускорено прогресиране на заболяването, по-голям риск от VAs и големи събития. Тази препоръка е приложима и за генетични носители на патогенни варианти за АСМ, дори при липса на явен фенотип на заболяването.

5.5.2.9. Специални съображения

Младата възраст на представяне и мъжкият пол са свързани с повишен риск от злокачествени аритмии при АСМ.³⁷⁹ Въпреки че младата възраст не трябва да изключва лицето от упражнения с умерена интензивност при липса на високорискови рискови характеристики, възрастта трябва да се вземе предвид при обсъждането с пациента и родителите. Освен това, трябва да се има предвид, че специфични силно динамични, старт-стоп спортове, като баскетбол и футбол, могат да представляват по-висок риск от SCD, особено при спортисти, които се състезават на най-високо ниво.^{17,365}

5.5.2.10. Проследяване

Препоръчва се ежегодно проследяване за повечето лица с АСМ, които упражняват редовно. Трябва да се обмисли по-често (6-месечно) проследяване при юноши и млади възрастни, чийто АСМ фенотип и следователно риск от SCD все още могат да се развиват, особено ако те участват в упражнения с умерена до висока интензивност. Трябва да се обмисли и по-често проследяване при лица с високо аритмични рискови генотипи като DSP, TMEM43 и носители на множество патогенни варианти. Нови симптоми трябва да предизвикат прекъсване на упражненията и преоценка.

5.5.3. Препоръки за упражнения при лица с левокамерна некомпактност

LV некомпактност (non-compaction) (LVNC) е неклассифицирана кардиомиопатия, характеризираща се с изразена трабекуларизация и дълбоки вдлъбнатини, които комуникират с LV кухина.^{403,404} Клиничното представяне на LVNC включва прогресираща систолна дисфункция на LV, камерни тахикардии и тромбоемболични събития.⁴⁰⁴

Спортистите често демонстрират LV хипер-трабекуларизация и до 8% отговарят на ехокардиографските критерии за диагноза на LVNC.⁴⁰⁵ Предполага се, че повишеното сърдечно предварително натоварване може да разкрие трабекуларната морфология на LV.⁴⁰⁶ Следователно, сред атлетичните индивиди подозрението за LVNC трябва да се вземе предвид само при тези, които изпълняват ехокардиографски критерии за LVNC, но имат имат също или систолна дисфункция на LV (EF <50%), симптоми, предполагащи сърдечно заболяване, или положителна фамилна анамнеза за LVNC.⁴⁰⁷⁻⁴⁰⁹ Допълнителните ехокардиографски критерии включват много тънък уплътнен епикарден слой (5 mm в теледиастола на CMR или <8 mm в систола) и ненормална миокардна релаксация (средно E' <9 cm/s при изобразяване с тъканен Доплер).^{404,405,410,411} Такива спортисти ще се нуждаят от допълнителна оценка с CMR, ехокардиография при натоварване и Holter мониториране, за да се оцени наличието на фиброза на LV, сърдечни тромби, контрактилен резерв и предизвикани от упражнения сложни аритмии.^{405,406}

Препоръки за упражнения при индивиди с некомпактна кардиомиопатия на лявата камера

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
При спортни лица трябва да се има предвид прогнозата LVNC, ако те отговарят на образните критерии, във връзка със сърдечни симптоми, фамилен анамнез за LVNC или кардиомиопатия, LV систолна (EF <50%) или диастолна (E' <9 cm/s) дисфункция, тънък уплътнен епикарден слой (<5 mm в теле-диастола при CMR или <8 mm в систола при ехокардиография) или анормална 12-отвеждаща ECG. ^{404,405,410,411}	IIa	B
Препоръки за упражнения		
Участие във високо-интензивни упражнения и всички състезателни спортове, при желание, с изключение на случаите, когато синкопът може да причини сериозна вреда или смърт, би могло да се вземе предвид при безсимптомни лица с LVNC и LVEF ≥50% и отсъствие на чести и/или сложни VAs.	IIb	C
При желание може да се обмисли участие в програми за развлекателни упражнения с ниска до умерена интензивност при лица с LVEF 40–49% при липса на синкоп и чести или сложни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работна проба.	IIb	C
Участие в упражнения с висока или много висока интензивност, включително състезателни спортове, при желание, би могло да се вземе предвид при лица, които са генетично положителни за LVNC, но фенотип отрицателни (с изключение на носители на ламин A/C или филамин C).	IIb	C
Участието във висок-интензивни упражнения или състезателни спортове не се препоръчва при лица с някое от следните: симптоми, LVEF <40% и/или чести и/или сложни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работна проба.	III	C
Проследяване и допълнителни съображения		
Ежегодна оценка за стратификация на риска се препоръчва при лица с LVNC и генотип-позитивни/фенотип-отрицателни лица, които се упражняват редовно.	I	C
^a Клас на препоръките. ^b Ниво на доказателственост. CMR = сърдечен магнитен резонанс; ECG = електрокардиограма; EF = изтласкваща фракция; LV = левокамерна/а/о/и; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция; LVNC = лево-камерна не-компактност; VA = камерна аритмия.		

5.5.3.1. Рискова стратификация

Клиничните резултати от LVNC се определят от наличието на симптоми, тежестта на дисфункцията на LV и естеството на VAs. Няма съобщения за нежелани сърдечни събития при липса на дисфункция на LV, независимо от тежестта на трабекуларизацията на LV.^{405–409}

5.5.3.2. Проследяване

Препоръчва се редовно проследяване за лица с LVNC. Новите симптоми трябва да предизвикат прекъсване на упражненията и преоценка.

5.5.4. Препоръки за физически упражнения при пациенти с дилатативна кардиомиопатия

DCM се характеризира с LV или двукамерна систолна дисфункция с или без дилатация, които не се обясняват с аб-

нормни условия на натоварване или CAD. Възможните причини включват генетично предразположение, миокардит, лекарства, токсини, перипартална кардиомиопатия, а в някои случаи кумулативния ефект на повече от един фактор.⁴¹²

Клиничният спектър на заболяването може да варира от лек фенотипичен израз, характеризиращ се с липса на симптоми, изолирана дилатация на LV и нормална или ниска-нормална систолна функция, до явен фенотип на заболяването с ограничаващи симптоми и значителна систолна дисфункция. Камерните аритмии са често срещани при DCM, особено при лица с предшестваш миокардит или с мутации в ламин A/C и мутации във филамин C.^{413,414} Рискът от SCD при DCM е 2–3% за година и се увеличава при по-ниска EF и по-висок NYHA клас.⁴¹⁵ Обучението с упражнения подобрява функционалния капацитет, камерната функция и качеството на живот при пациенти с DCM и следователно трябва да се разглежда като неразделна част от подхода при засегнатите лица.^{416,417} Въпреки това, интензивните упражнения и състезателните спортове се съобщават като причина за SCD при DCM.^{28,46,58,413,418}

Увеличение на кухината на LV при тренирани лица, което не е свързано със систолна дисфункция и е извън контекста на фамилен заболяване, представлява доброкачествена физиологична адаптация, ако е в съответствие с вида на участващите спортове (обикновено спортове за издръжливост) и размера на тялото на спортиста. И обратно, леко намаленият EF (45–50%) при спортист с увеличена кухина на LV не трябва да се разглежда просто като нормална адаптация. В такива случаи, оценката на функцията на LV по време на тренировка може да предостави важни диагностични изводи.³¹⁹ Неуспехът да се увеличи EF при пиково упражнение с >10%, в сравнение с изходната стойност, може да предположи патологично състояние.^{319,419,420} Наличието на диастолна дисфункция или намалена пикова консумация на кислород на CPET може също да предостави подкрепяща информация за диференциалната диагноза. CMR се очертава като важен инструмент за диагностика и стратификация на DCM.

По-конкретно, наличието на LGE, с типичното разпределение в средата на стената, е свързано с повишен риск от VAs и SCD.^{319,419,421–424}

5.5.4.1. Базална оценка на пациенти с дилатативна кардиомиопатия

Клиничната оценка на засегнатите лица, които искат съвети за упражнения, трябва да има за цел: (i) да установи потенциалната етиология; (ii) да направи оценка на клиничния статус, включително анамнеза за упражненията и функционален капацитет; (iii) да се запознае със степента на LV дилатация и дисфункция; (iv) да оцени хемодинамичния отговор на упражненията; и (v) да оцени наличието на симптоми или аритмии, предизвикани от упражненията.

По принцип, симптомните лица с DCM трябва да се въздържат от повечето състезателни и развлекателни спортове или развлекателни упражнения, свързани с умерена или висока интензивност на упражненията. Избрана група от безсимптомни лица с DCM, които имат леко нарушена функция на LV (LVEF 45–50%) без предизвикани от упражнения аритмии или значителна миокардна фиброза, могат да участват в повечето състезателни спортове.

5.5.4.2. Специални съображения

Въпреки че естествената история на повечето патогенни варианти е неизвестна, би било разумно да се разрешат интензивни упражнения и състезателни спортове при повечето

индивиди с патогенни варианти замесени с DCM, при липса на явни характеристики на DCM. Специално внимание обаче трябва да се обърне на лица с патогенни варианти, които са свързани с повишен риск от живото-заstrашаващи аритмии, като мутации на ламин А/С или филамин С. Съществуват нови доказателства, че физическите упражнения могат да имат неблагоприятен ефект върху сърдечната функция и риск от потенциално фатални аритмии при лица, които съдържат патогенни варианти в ламин А/С.^{425–427} Засегнатите лица не трябва да участват в състезателни спортни или развлекателни упражнения с висока или много висока интен-

Препоръки за упражнения при лица с дилатативна кардиомиопатия

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Участието в развлекателни упражнения с ниска до умерена интензивност трябва да се има предвид при всички лица с DCM, независимо от EF, при липса на ограничаващи симптоми и предизвикани от упражнения VAs.	IIa	C
Участието в упражнения с висока или много висока интензивност, включително състезателни спортове (с изключение на тези, при които появата на синкоп може да бъде свързано с увреждане или смърт), би могло да се има предвид при бессимптомни индивиди, които изпълняват всички от следните: (i) леко намалена систолна функция на LV (EF 45–50%); (ii) отсъствие на чести и/или комплексни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работни тестове; (iii) отсъствие на LGE в CMR; (iv) способност за увеличаване на EF с 10–15% по време на упражнение; и (v) няма данни за високорисков генотип (ламин А/С или филамин С).	IIb	C
Участието във всички състезателни спортове може да се разглежда при лица с DCM, които са генотип положителни и фенотип отрицателни, с изключение на носители на високорискови мутации (ламин А/С или филамин С).	IIb	C
Участието във упражнения с висока или много висока интензивност, включително състезателни спортове, не се препоръчва за лица с DCM и някоя от следните: (i) симптоми или анамнеза за сърдечен арест или необясним синкоп; (ii) LVEF <45%; (iii) чести и/или сложни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работни тестове; (iv) обширно LGE (> 20%) при CMR; или (v) високорисков генотип (ламин А/С или филамин С).	III	C
Препоръки за проследяване		
Ежегодно проследяване се препоръчва при лица с DCM, които се упражняват редовно.	I	C
Проследяване на шест месеца трябва да се има предвид при лица с високорискови мутации и юноши и млади хора, чийто фенотип на DCM все още може да се развива и които са по-податливи на свързана с упражненията SCD.	IIa	C
Трябва да се има предвид годишна оценка за генотип-положителни/фенотип-отрицателни индивиди за фенотипни признаци и за целите на стратификацията.	IIa	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CMR = сърдечен магнитен резонанс; DCM = дилатативна кардиомиопатия; EF = изтласкваща фракция; LGE = късно гадолиниеве усиление; SCD = внезапна сърдечна смърт; VA = камерна/и аритмия/и.

зивност, независимо от тежестта на дисфункцията и дилатацията на LV.^{428,429}

5.5.4.3. Проследяване

Препоръчва се редовно проследяване за повечето лица с DCM. Новите симптоми трябва да предизвикат прекъсване на упражненията и преоценка.

5.5.5. Препоръки за упражнения при лица с миокардит и перикардит

5.5.5.1. Миокардит

Миокардитът е неischemично възпалително заболяване на миокарда, което може да причини сърдечна дисфункция и аритмии.

Миоперикардитът се дефинира като първичен перикардит със свързано с него възпаление на миокарда и биомаркерно доказателство за миоцитна некроза.^{430,431} Етиологията на миокардита е разнородна, но вирусната инфекция е най-честата причина в развития свят. Ентеровирусът, вирусът на Coxsackie B, парвовирусът B-19 и човешкият херпесвирус 6 са най-често отговорните инфекциозни патогени.^{432,433} В контекста на млади индивиди, токсините като кокаин и добавки на базата на амфетамин също трябва да бъдат оценявани в клиничната анамнеза.⁴³⁰

Клиничното представяне е силно променливо и диагностиката може да бъде предизвикателство. Заболяването може да протича със симптоми на коризалия, а спортните лица могат да имат неспецифични черти на общо неразположение, умора или диария.^{430,431} В другия край, миокардитът може да симулира MI или да се прояви със симптомни надкамерни и VAs, необясними с други причини, HF, кардиоогенен шок или SCD.

Приблизително 50% от хората разкриват пълно възстановяване на LV функция в рамките на 30 дни, 25% показват персистираща сърдечна дисфункция, а 12-25% прогресират до фулминантна HF. LV дисфункция е важен прогностичен фактор в дългосрочен план.^{28,434}

5.5.5.2. Диагноза

Серумният сърдечен тропонин обикновено е повишен при миоперикардит и е чувствителен маркер на индуцираната от сърдечно възпаление миоцитна некроза.⁴³⁵

ECG има ниска чувствителност и електрическите аномалии са неспецифични. ECG моделите варират от неспецифични T-вълни и ST-промени до елевация на ST-сегмент, имитиращи MI, ляв бедрен блок (LBBB), или чести и/или комплексни камерни и надкамерни аритмии, или атриовентрикуларен блок, или ниски QRS волтажи при наличието на перикарден излив.⁴³⁶

Разпознатите ехокардиографски характеристики на явния миокардит включват неразширена LV кухина с увеличена дебелина на миокардната стена (когато е налице едем) или леко разширена LV кухина с изтънена миокардна стена, обикновено с регионални двигателни аномалии на стената.⁴³⁷ Глобалната LV систолна функция може да варира от почти нормален до тежка депресия. Може да има аномалии на движение на регионалната стена.⁴³⁸

CMR е най-ползният диагностичен инструмент и има отлична чувствителност за откриване на миокардна хиперемия, възпаление, оток и/или фокален белег.^{439,440} Критериите на Lake Louise и LGE вече се допълват от CMR техники на T1/T2 картографиране и извънклетъчна обемна фракция

(ECV).^{440–442} Степента и разпределението на LGE по неисхемичен модел са независими предиктори на CV събития по време на проследяването.^{439,440,443–447} А именно, 10% увеличение на обема на LGE води до 79% увеличение на риска от големи CV събития.^{448,449}

Ендомиокардната биопсия е златният стандарт за диагностика на миокардит.^{450,451} Хистологичната диагноза позволява разграничаване между различните видове възпалителни процеси (т.е. гиганто-клетъчен миокардит) и насочва лечението при живото-застрашаващи презентации.^{430,445,452} Диагностичният резултат от ендомиокардната биопсия може да бъде подобрен чрез анализ на вирусния геном с DNA-RNA екстракция и усилване на обратната транскриптазна полимеразна верижна реакция (RT-PCR), с което има предимството да идентифицира причиняващия болестта патоген.⁴⁴⁵

5.5.5.3. Рисква стратификация

Поредиците от случаи са установили миокардита като рисков фактор за SCD, който съставлява до 2–20% от внезапната смърт при спортисти.^{17,18,28,430,453,454} Миши модели са показали, че ежедневните упражнения при мишки, заразени с Coxsackie вируса, са свързани с повишен вирусен титър, фулминантни миокардити и внезапна смърт.⁴⁵⁵ Тези животински модели дават известна представа за механизмите на SCD при упражнения, които изглежда предизвикват ускорена и прогресираща възпалителна реакция.^{455–458}

5.5.5.4. Препоръки за упражнения при лица с миокардит

Атлетите с вероятна или окончателна диагноза на скорошен миокардит трябва да бъдат посъветвани да се въздържат от състезателни спортове или спортове за свободното време, докато е налице активно възпаление, независимо от възрастта, пола или степента на систолна дисфункция на LV.^{459,460}

Продължителността на миокардното възпаление може да бъде силно вариабилна и може да отнеме няколко месеца за пълна резолюция. Както ESC, така и AHA препоръчват въздържане от упражнения с умерена до висока интензивност за период от 3–6 месеца,^{459,460} въпреки че точното време за връщане към състезателни или развлекателни спортове, включващо умерено или високо интензивно упражнение, може да се ръководи от наличието на възпаление в T2-прегледени изображения и LGE поглъщане на CMR.^{3,461}

Хората с миокардит трябва да имат цялостна оценка след пълно възстановяване, за да се оцени рискът от свързана с упражненията SCD. Образните изследвания, работният стрес и Holter мониторирането предоставят важна информация за стратификация на риска. Потиснатата функция на LV, наличието на LGE и сложни VAs по време на тренировка или Holter мониториране са разпознавани маркери за риск от неблагоприятни резултати.^{455,462,463}

Повторната оценка трябва да се състои от измерване на тропонин и биомаркери на възпалението, ехокардиография и продължително мониториране на ECG. CMR трябва да се повтори, ако по време на острото заболяване е имало оток на миокарда или LGE. Трябва да се има предвид връщане към спортни дейности при безсимптомни лица с нормален тропонин и биомаркери на възпалението, нормална систолна функция на LV при ехокардиография и CMR, няма данни за продължаващо възпаление или миокардна фиброза на CMR, добър функционален капацитет и липса на комплексни аритмии по време на упражнения при продължително наблюдение на ECG.^{430,434,453,459,460,464}

Хората с предходен миокардит са изложени на риск от рецидив и тиха клинична прогресия, а наличието на LGE по време на острата форма е свързано с повишена честота на големи неблагоприятни сърдечни събития; поради това се препоръчва периодично преоценяване на годишна база.^{443,445,454,463}

Сред лица с излекуван миокардит с персистиране на LGE в CMR, но без оток на миокарда след 3–6 месеца, тези, които са безсимптомни, с нормален тропонин и биомаркери за възпаление, нормална систолна функция на LV, без данни за продължаващо възпаление в CMR и липса на комплексни аритмии по време на натоварване с продължително наблюдение на ECG (48 часа Holter ECG и работни тестове), трябва да се оценяват на базата на отделни случаи и може да се върне към състезателни спортове на индивидуална основа. За разлика от това, хората с обширен цикатрикс на миокарда (> 20% LGE) и персистираща LV дисфункция трябва да се въздържат от програми с упражнения и спортни дейности, включващи умерена или висока физическа интензивност.

5.5.6. Перикардит

Перикардит се определя като възпалително разстройство на перикарда,^{430,465} което може да бъде предшествано от симптоми на горните дихателни пътища или на стомашно-чревния тракт. Както при миокардита, вирусните патогени са най-често замесените патогени в западния свят.

5.5.6.1. Диагноза

ECG е неспецифична, но може да разкрие характерно вдлъбнато повишаване на ST-сегмента в повечето отвеждания и/или PQ депресия в острата фаза. Ехокардиографията може да разкрие перикарден излив. CMR трябва да се има предвид при лица с повишени нива на сърдечни тропонин, за да бъде оценено съпътстващото възпаление на миокарда. Нещо повече, CMR ще идентифицира активно възпаление на перикарда, задебелени перикардни слоеве и всякакви признаци на перикардна констрикция.

5.5.6.2. Рисква стратификация

Перикардитът е по принцип свързан с отлична прогноза.^{430,465,466} Съществуват обаче подгрупа пациенти, които могат да бъдат изложени на по-голям риск от рецидив, и те включват лица с температура >38 °C при представянето, голям перикарден излив и тези, които са устойчиви на терапия с нестероидни противовъзпалителни лекарства.^{465,466}

5.5.6.3. Препоръки за упражнения при лица с перикардит

Трябва да се избягват упражнения при лица по време на активен перикардит. Хората могат да се върнат към упражнението след пълно възстановяване от активно заболяване.⁴⁶⁷ Лицата с по-лек клиничен курс и бързо възстановяване могат да се върнат към спортни дейности в рамките на 30 дни. Въпреки това, в по-тежки случаи може да се наложи да изчакате период от 3 месеца за пълно възстановяване, последвано от повторна оценка, преди да се върнете към спортуване.

Безсимптомни лица с малък перикарден излив, който понякога се открива при ехокардиография при липса на клинични прояви, трябва да бъдат наблюдавани периодично, но не трябва да бъдат ограничавани от спортни участия. При лица с констриктивен перикардит трябва да се избягват състезателни спортове и/или умерени до високо-интензивни дейности за свободното време. Хората с миоперикардит трябва да бъдат лекувани в съответствие с препоръките за миокардит.

Препоръки за упражнения при лица с миокардит

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
След възстановяване от остър миокардит се препоръчва цялостна оценка, включваща образни изследвания, работен тест и Холтер мониториране, за да се оцени рискът от свързана с упражненията SCD. ^{455,462,463}	I	B
Връщане към всички форми упражнения, включително състезателни спортове, трябва да се има предвид след 3–6 месеца при безсимптомни индивиди, с нормален тропонин и възпалителни биомаркери, нормална систолна функция на LV в ехокардиография и CMR, няма данни за продължаващо възпаление или миокардна фиброза в CMR, добър функционален капацитет и отсъствие на чести и/или сложни VAs в амбулаторно Холтер мониториране или работен тест. ^{430,434,453,459,460,464}	IIa	C
Сред лица с вероятна или окончателна диагноза на скорошен миокардит, участието в развлекателни или състезателни спортове, докато е налице активно възпаление, не се препоръчва. ^{459,460}	III	C
Не се препоръчва участие в упражнения с умерена до висока интензивност за период от 3–6 месеца след остър миокардит. ^{459–461,467}	III	B
Не се препоръчва участие в развлекателни упражнения или състезателни спортове, включващи висока интензивност при лица с остатъчен белег на миокарда и трайна дисфункция на LV.	III	C

^a Клас на препоръките.
^b Ниво на доказателственост.
 CMR = сърдечно-съдов магнитен резонанс; LV = левокамерен/а/о/и;
 SCD = внезапна сърдечна смърт; VA = камерна аритмия.

Препоръки за упражнения при лица с перикардит

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Връщането към всички форми на упражнения, включително състезателни спортове, се препоръчва след 30 дни до 3 месеца в зависимост от клиничната тежест при лица, които са се възстановили напълно от остър перикардит. ^{459,460}	I	C
Участието в развлекателни или състезателни спортове не се препоръчва при лица с вероятна или окончателна диагноза скорошен перикардит, когато е налице активно възпаление, независимо от възрастта, пола или степента на LV систолна дисфункция. ^{459,460}	III	C
Участието в упражнения с умерена до висока интензивност, включително състезателни спортове, не се препоръчва при лица с констриктивен перикардит.	III	C

^a Клас на препоръките.
^b Ниво на доказателственост.
 LV = левокамерен/а/о/и.

5.6. Препоръки за упражнения при лица с аритмии и каналопатии

5.6.1. Обща рамка за подход

Когато лица с известни аритмии или с потенциално аритмогенно състояние искат да се занимават със спортна дейност, три основни въпроса трябва да ръководят подхода: (1) има

ли повишен риск от живото-застрашаващи аритмии?; (2) как човек контролира симптомите, дължащи се на аритмии, по време на спорт, но и в покой?; и (3) какво е въздействието на спорта върху естественото развитие на аритмогенното състояние? Общият поглед върху връзката между спорта и аритмиите е, че упражненията поставят началото на аритмия в контекста на подлежащо и предшестващо състояние, било то структурно, електрическо, наследствено или придобито. Освен това, редовните тренировъчни програми могат да предизвикат или ускорят прогресията на ARVC,^{382,384} дори сред тези без подлежащи мутации.^{383,387,468} Концептуално, всички структурни и функционални сърдечни адаптации към редовни интензивни упражнения могат да допринесат за развитието на аритмии, на предсърдно, нодално и камерно ниво.⁴⁶⁹ Тази концепция обяснява защо препоръките за спортно участие при лица с аритмогенни състояния са толкова сложни.

5.6.2. Предсърдно мъждене

5.6.2.1. Пациенти без предсърдно мъждене

Умереното, редовно РА е крайъгълен камък в превенцията на AF чрез модифициране на много от предразполагащите му фактори.^{297,470–473} Поради това, пациентите с риск от AF трябва да бъдат мотивирани да спортуват (вж. точка 4.2). Обратно, AF е по-разпространен сред активните и бивши мъже майстори-спортисти и тези, които изпълняват високо-интензивни спортове за издръжливост, което предполага U-образна връзка между обичайните упражнения и AF.^{471,474–477,478–481} Тази връзка не е потвърдена при жени.⁴⁷⁴

5.6.2.2. Прогностично и симптоматично значение на AF по време на спортове

Основно структурно сърдечно заболяване или предварително възбуждение винаги трябва да се изключват, преди да се препоръча спортна активност при лица с установено AF. Също така е важно да се изключат хипертиреоидизъм, злоупотреба с алкохол и (незаконна) употреба на наркотици. Интензивно спортно участие трябва временно да бъде спряно, докато идентифицираната основна причина не бъде коригирана.

Бързата атриовентрикуларна нодална проводимост на AF по време на тренировка може да доведе до симптоми, включително замаяност, синкоп, умора или нарушена физическа работоспособност. Следователно, индивидът трябва да бъде инструктиран да спре РА при появата на симптоми и контролът на честотата трябва да бъде оптимизиран. Може да възникне бързо провеждане 1:1, особено по време на предсърдна тахикардия или предсърдно трептене (AFL); следователно, ако AFL е документирано, трябва да се има предвид профилатично отстраняване на каво-трикуспидалния истмус. Ако има доказателства за адекватен контрол на скоростта, чрез стрес тест за упражнения, докато сте в AF или мониториране на ECG по време на тренировка или състезание, при безсимптомни лица са възможни всички спортни участия.

Постигането на адекватен контрол на честотата може обаче да бъде трудно. Бета-блокери са логичният избор, но може да не се толерират поради въздействието им върху физическата работоспособност. Калциевите блокери и дигиталис обикновено не са достатъчно мощни, когато се използват самостоятелно. Често е необходима комбинация от индивидуално титрирани отрицателно хронотропни средства, като същевременно се избягва синусова брадикардия в покой или хронотропна некомпетентност по време на тренировка.

Контролът на ритъма е също толкова сложен. Антиаритмичните лекарства от клас III обикновено са недостатъчни за контрол (соталол) или относително противопоказани при млада популация (амиодарон). Въпреки че лекарствата от клас I могат да бъдат в състояние да предотвратят рецидиви на AF, те не трябва да се използват в монотерапия, тъй като те могат да увеличат склонността към развитие на AFL („клас I AFL“), което при липса на адекватен контрол на честотата може да доведе до атриовентрикуларна проводимост 1:1,

Препоръки за упражнения при лица с предсърдно мъждене

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчва се редовна физическа активност за предотвратяване на AF. ^{297,470–473}	I	A
Препоръчва се оценка и овладяване на структурни сърдечни заболявания, тиреоидна дисфункция, злоупотреба с алкохол или медикаменти, или други основни причини за AF преди включване в спортуване. ⁴⁸⁵	I	A
Препоръчва се консултиране относно ефекта от продължителното интензивно спортно участие върху (рецидив на) AF при лица с AF, които тренират енергично продължително време, особено при мъже на средна възраст. ^{471,475,481,490}	I	B
Аблация на AF се препоръчва при упражняващи се лица с повтарящо се симптомно AF и/или при тези, които не желаят лекарствена терапия, предвид въздействието ѝ върху спортните изпълнения. ^{488,489}	I	B
Камерната честота при AF по време на упражнения трябва да се има предвид при всяко упражняващо лице (по симптоми и/или чрез мониториране на ECG) и трябва да се въведе титриран контрол на честотата.	IIa	C
Участие в спортове без антиаритмична терапия трябва да се има предвид при лица без структурно сърдечно заболяване и при които AF е с добра поносимост.	IIa	C
Аблация на каво-трикуспиден истмус трябва да се има предвид при тези с документирано трептене, които искат да участват в интензивни упражнения, за да се предотврати предсърдно трептене с предсърдно-камерно провеждане 1:1.	IIa	C
Профилактично отстраняване на каво-трикуспидния истмус за превенция на предсърдно трептене трябва да се има предвид при лица с AF, които искат да се занимават с интензивни упражнения и при които е започната терапия с клас I лекарство.	IIa	C
Не се препоръчва използването на антиаритмични лекарства от клас I като монотерапия, без доказателство за адекватен контрол на скоростта на AF/AFL по време на енергични упражнения. ^{482,483}	III	C
След поемане на джобно хапче флекаинид или пропафенон, не се препоръчва участие в интензивни спортове, докато не изтекат два полуживота на антиаритмичното лекарство (т.е. до 2 дни). ⁴⁸⁴	III	C
Спортовете с пряк телесен контакт или податливи към травми не се препоръчват за упражняване при лица с AF, които са антикоагулирани. ⁴⁸⁵	III	A

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

AF = предсърдно мъждене; AFL = предсърдно трептене; ECG = електрокардиограма.

висока камерна честота и много дълбоко забавяне на вътрекамерната проводимост, с хемодинамично компрометиране.^{482,483} Следователно, трябва да се има предвид профилактична аблация на каво-трикуспидния истмус, ако лекарствата от клас I се предписани като монотерапия при спортисти.

При пациенти със спорадично AF лекарства от клас I могат да се имат предвид само за остра кардиоверсия, т.е. като подход „хапче в джоба“. Тези пациенти трябва да се въздържат от спорт, докато продължава AF и докато не преминат два полуживота на антиаритмичното лекарство.⁴⁸⁴

Предписването на перорални антикоагуланти (OAC) зависи от клиничния рисков профил (главно CHA₂DS₂-VASc скор).⁴⁸⁵ Спортове с пряк телесен контакт или склонност към травма трябва да се избягва при пациенти на OAC.⁴⁸⁶

Катетърна аблация чрез изолиране на белодробна вена (PVI) трябва да се вземе предвид, ако лекарствената терапия се провали, или като терапия от първа линия, ако не се желае лекарствена терапия.⁴⁸⁷ Няколко малки серии са показали, че резултатът от PVI при спортисти с пароксизмална AF е подобен на този при не-атлетични пациенти.^{488,489}

5.6.2.3. Влияние на продължаването на спорта върху естественото развитие на предсърдно мъждене след аблация

Ако няма рецидиви на AF в рамките на 1 месец след успешна процедура за аблация, спортната дейност може да бъде възобновена. Не е известно дали продължаването на спорта след успешна PVI може да развие болестния процес и да доведе в бъдеще до рецидив на независимо от белодробната вена AF. Следователно, не може да се даде твърда препоръка относно „безопасната“ доза спорт след аблация.

5.6.3. Надкамерна тахикардия и синдром на Wolff-Parkinson-White

Терминът пароксизмална суправентрикуларна тахикардия (PSVT) включва (i) атриовентрикуларна нодална тахикардия с повторно навлизане (AVNRT; най-честа); (ii) атриовентрикуларна тахикардия с повторно навлизане (AVRT), включваща допълнителен път; или (iii) предсърдна тахикардия.

Камерната преекситация (камерното предвъзбуждение) в ECG в покой се дължи на допълнителен път (AP) с антеградна проводимост. Разпространението на предвъзбуждението в общата популация варира от 0,1–0,3%.^{491,492} Синдромът на Wolff-Parkinson-White (WPW) се дефинира като наличие на пароксизмални аритмии при пациент с преекситация.

5.6.3.1. Прогностично и симптоматично значение на пароксизмалната суправентрикуларна тахикардия без преекситация

PSVT без предварително възбуждане и без свързано структурно сърдечно заболяване не е живото-застрашаващо, въпреки че аритмията може да доведе до замаяване и изтощение, което налага прекратяване на упражненията. Синкопът е рядък. Предвъзбуждението обаче може да бъде свързано с внезапна смърт (вижте по-късно); следователно е важно да се изключи наличието на латентно предварително възбуждане, чрез извършване на каротиден синусов масаж или аденосинов тест в синусов ритъм.⁴⁹³

Спортистите с PSVT трябва да спрат да упражняват в случай на сърцебиене, тъй като бързите сърдечни честоти могат да причинят (пре)синкоп. Хората с доказан PSVT без предварително възбуждане трябва да бъдат обучени как безопасно

да извършват вагусови прийоми (като масаж на каротидния синус или, за предпочитане, прием на Valsalva), за да улеснят прекратяването на аритмията.⁴⁹⁴ Упражнението може да бъде възобновено след прекратяване на аритмията. Може да се вземе предвид профилактично медикаментозно лечение с бета-блокери или калциеви антагонисти с блокиращи свойства на атриовентрикуларния възел, въпреки че има ограничена ефикасност. Лекарствата от клас I нямат никакво място в управлението на PSVT, тъй като могат да причинят животно-застрашаващи аритмии (вж. по-рано).

Ако се желае състезателна спортна дейност, трябва да се вземе предвид лечебно лечение чрез аблация. Резултатът от аблацията е еднакво безопасен и има подобни незабавни нива на успех при спортисти и неспортисти.⁴⁹⁵ Ако PSVT е само спорадичен и преходен и не е свързан с хемодинамични последици, дори когато се развива по време на тренировка, или в случаите, когато аблацията не е желана или неуспешна, спортната активност е допустима, когато няма повишен риск от фатален изход от потенциална загуба на съзнанието (като шофьори в моторни спортове, парашутисти, водолази и т.н.).

5.6.3.2. Прогностично и симптоматично значение на преексцитацията

Изчислено е, че една трета от пациентите със синдром на WPW могат да развият AF и в такива случаи бързото провеждане през AP може да доведе до камерно мъждене (VF) и внезапна смърт. Като се има предвид фактът, че AF е често при спортисти, предварителното възбуждение представлява прогностичен проблем при спортистите. Рискът от внезапна смърт при пациенти с предварително възбуждение варира в проучвания, базирани на популация, от 0,15–0,20% и обикновено се проявява по време на упражнения или емоционален стрес.⁴⁹⁶

Оценката на спортиста с камерна преексцитация трябва да изключи свързано структурно сърдечно заболяване, като HCM или аномалия на Ebstein. Минимална или „латентна“ преексцитация може да бъде разкрита в 12-канална ECG по време на синусов ритъм чрез вагусови прийоми или интравенозно приложение на аденозин. Удължаването на PR интервала без промяна в QRS морфологията или преходен атриовентрикуларен блок, изключва непрекъснатата латентна преексцитация. Преексцитацията може да бъде интермитентна, което обикновено показва ниско-рискови свойства на пътя. Въпреки това, някои допълнителни пътища могат да бъдат потенцирани от адренергични стимули. Следователно се препоръчва работна проба, изключваща преексцитация при пикови упражнения, преди освобождаване за спорт.

Аблацията на AP се препоръчва при състезателни и развлекателни спортисти с преексцитация и документиран аритмии. В случай на преходна, рядка и добре поносима аритмия (дори по време на тренировка), очаквана аблационна процедура с повишен риск (напр. антеросептална AP) или нежелание на спортиста да се подложи на аблация, подходът трябва да се ръководи от оценка на антеградните проводни характеристики на AP, чрез използване на антеградните проводни характеристики на AP чрез неинвазивни тестове, или инвазивно електрофизиологично (EP) изследване.

Неинвазивното проучване изследва за интермитентна преексцитация в ECG или Holter, за внезапно изчезване на изчезване след прилагане на ниска доза лекарства от клас I или за рязкото му изчезване по време на работен тест.⁴⁹⁷ В случаите на дълъг рефрактерен период и следователно нисък риск

Таблица 15: Находки по време на инвазивно електрофизиологично изследване (с използването на изопреналин), показващо допълнителен път с повишен риск от внезапна смърт

Находки
Индуцируемост на AVRT или AF ⁴⁹⁹
Преексцитиран R-R по време на AF ≤ 250 ms ⁴⁹⁸
Антеграден рефрактерен период ≤ 250 ms ⁴⁹⁸
Наличие на множество допълнителни пътища ⁴⁹³
Септална локализация на допълнителния път (най-вече постеросептално и средно-септално) ^{493,497}
AF = предсърдно мъждене; AVRT = атрио-вентрикуларна риентри тахикардия.

от внезапна смърт е разрешено продължаване на спортната дейност без аблация, като се разбира че спортната дейност трябва да бъде спряна в случай на повтарящо се сърцебиене.

При състезателни спортисти с безсимптомно предварително възбуждение е оправдано проучване на EP, за да се оцени рискът от внезапна смърт. В случай на високорискова находка (Таблица 15) се препоръчва аблация на AP. За спортисти, които отказват аблация, или ако процедурата е свързана с висок риск, като предно-септален допълнителен път, участието в състезателни спортни дейности може да се обсъжда на индивидуална основа, включително използването на фармакологична терапия, въпреки че в момента няма данни за неговата ефикасност. Спортовете, при които потенциалната загуба на съзнание може да бъде фатална, трябва да бъдат обезкуражавани.

При рекреационни спортисти с безсимптомна преексцитация, първо може да се извърши оценка на риска чрез неинвазивно тестване.⁴⁹⁷ Чувствителността на неинвазивния скрининг за свойства на AP, които улесняват бързия камерна реакция на AF/AFL, е добра, но неговата специфичност е ниска.⁴⁹⁸

Трябва да се отбележи, че при деца под 12-годишна възраст рискът от AF-индуцирана VF и внезапна смърт е мно-

Препоръки за упражнения и участие в спортове при лица с пароксизмална суправентрикуларна тахикардия и преексцитация

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
При лица с палпитации се препоръчва цялостна оценка за изключване на (латентна) преексцитация, структурно сърдечно заболяване и VAs. ⁵⁰⁰	I	B
Участието във всички спортни дейности се препоръчва при лица с PSVT без преексцитация. ⁵⁰⁰	I	C
Аблацията на допълнителния път се препоръчва при състезателни и развлекателни спортисти с преексцитация и документиран аритмии. ⁵⁰⁰	I	C
При състезателни/професионални спортисти с безсимптомна преексцитация се препоръчва EP проучване за оценка на риска от внезапна смърт. ^{497,500}	I	B
При състезателни спортисти с PSVT, но без преексцитация, трябва да се има предвид излекуване чрез аблация.	IIa	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

EP = електрофизиологично; PSVT = пароксизмална надкамерна тахикардия; VA = камерна аритмия.

го нисък. Като цяло, в тази възрастова група се препоръчва консервативен подход, въпреки че едно проучване⁴⁹⁹ предполага, че профилактичната оценка и аблация намаляват риска от внезапна смърт. Има недостатъчни познания в съотношението полза/риск на този подход и са необходими широкомащабни проучвания на този проблем.

Програмите за свободно време и упражнения с ниска до средна интензивност обикновено могат да бъдат възобновени 1 седмица след аблация, ако няма особен риск от рецидив на аритмия.

Възобновяването на състезателни спортове е възможно след 1–3 месеца, с по-нататъшно проследяване на ECG на 6 месеца и 1 година (като се има предвид много малкият риск от късен рецидив на преексцитацията).

Въпреки че може да има връзка между (тип) AVNRT и историята на спорта, няма данни за по-висок процент на рецидиви след аблация, когато спортът се възобновява или не и следователно няма причина да се ограничават програмите за упражнения по такава причина.

5.6.4. Преждевременни камерни съкращения и непродължителна камерна тахикардия

5.6.4.1. Отношение между брой преждевременни съкращения и риск

Само малка част от спортистите показват чести или сложни VA с преобладаващо сходство с това на техните бездвижни колеги.^{502–505} Преждевременните камерни контракции (PVCs) могат да бъдат маркер на подлежащо сърдечно заболяване, наличието на което би довело до неблагоприятна прогноза дори при безсимптомни лица. Специфични характеристики на PVCs, включително морфология (произход от върха или свободната стена на LV или RV), висока тежест, сложност (напр. куплети, триплети или кратки залпове), мултифокален произход и/или нарастваща честота с упражнения трябва да предупреждава за възможността от електрически, исхемични или структурни сърдечни заболявания.^{505,506}

Няма абсолютен праг на броя на PVCs, които могат да бъдат използвани като граница за подлежаща болест. Едно проучване показва, че при безсимптомни спортисти с >2000 PVCs на ден има 30% шанс да се открие основно структурно или кардио-генетично заболяване.⁵⁰³

5.6.4.2. Морфология на преждевременните камерни съкращения

Морфологията на PVC може да предостави важна прогностична информация, тъй като някои огнища на произход са признати за доброкачествени. Най-разпространеното образувание в това отношение са PVCs, произхождащи от десния или левия камерен изход (RVOT/LVOT), показващи ясна долна ос с високо напрежение в долните крайни отвеждания. Ранният прекордиален преход (във V2 и със сигурност, когато V1 показва морфология на десен бедрен блок) предполага левостранен произход.⁵⁰⁷ Смята се, че RVOT/LVOT PVCs са резултат от тригерирана активност, т.е. локална клетъчна причина, която няма отрицателни прогностични последици. Въпреки че тези RVOT/LVOT аритмии обикновено се срещат в структурно нормални сърца, те могат да бъдат израз на субклинична аритмогенна кардиомиопатия. Сърдечните образни тестове могат да помогнат за изключване на структурни сърдечни заболявания при такива спортисти.

По-рядко разположени фокални PVCs са около митралния или трикуспидалния пръстен, най-често в задно-септално местоположение. Те имат превалираща ос с морфология на LBBB или RBBB. PVCs, произхождащи от системата His-

Purkinje, обикновено имат относително тесен QRS комплекс с RBBB морфология и ляв преден или ляв заден хемиблок. И накрая, могат да се появят интрамиокардни огнища, често свързани с папиларните мускули или модераторна лента.⁵⁰⁸

PVCs с различна морфология от RV (т.е. широка LBBB и превалираща ос) при лица с нормална функция на LV трябва да предизвикат изследвания, за да се изключи аритмогенна кардиомиопатия или саркоидоза. По подобен начин, широкият RBBB тип, с превалираща ос и мултифокални PVCs от LV произход трябва да дадат ход на изследвания за неискхемична кардиомиопатия.

Много рядко, иначе „доброкачествените“ PVCs, произтичащи от мрежата на Purkinje, могат да дадат начало на полиморфна камерна тахикардия (VT) или VF поради техния кратък интервал на купелуване.^{509,510} При такива пациенти злокачествено представяне налага агресивно лечение.

И накрая, честите, но иначе доброкачествени PVCs (обикновено дефинирани като >10–15% от общия брой удари за 24 часа), могат да нарушат функцията на LV с течение на времето (PVC-индуцирана кардиомиопатия), което може да бъде обротно с медицинско лечение или катетърна аблация.^{511,512}

5.6.4.3. Преждевременни камерни контракции: отговор на упражнения

Намаляването или изчезването на PVCs при нарастващо физическо натоварване е типично за идиопатичните и доброкачествени VAs, особено тези с морфология на изходен тракт.^{513,514} PVCs, предизвикани от упражнения, трябва да се разглеждат като „червен флаг“, тъй като VAs, свързани със сърдечни заболявания, често се влошават от адренергична стимулация.^{19,502,511,512,515–520} По-високо превалиране на миокардни субстрати (главно средно-стенни или субепикардни неискхемични LV цикатрикси) е било установено в CMR проучване сред спортисти с предизвикани от упражнения PVCs, в сравнение с тези с потиснати от упражнения VAs, (56% срещу 21%).⁵¹⁶

Трябва да се отбележи, че предизвиканите от упражнения изолирани или повтарящи се PVCs с множество морфологии, особено с редуващи се морфологии (така наречения „двупосочен“ модел), могат да бъдат израз на катехоламинергичен полиморфен VT, който може да дегенерира до VF.^{518,521}

5.6.4.4. Практически подход при кардиологични пациенти с преждевременни камерни съкращения или непродължителна камерна тахикардия, които искат да участват в спортове

Най-важната задача при лица с PVCs или NSVT, които искат да се занимават със спорт, е да се изключат основните структурни или фамилни аритмогенни състояния, тъй като спортната активност може да предизвика продължителна VT. Предполага се, че наличието на ≥ 2 PVCs на изходно ECG (или дори ≥ 1 PVC в случаи при спортисти с висока издръжливост) трябва да предизвика по-задълбочена оценка.⁵²² Обработката включва фамилна анамнеза, оценка на броя, морфологията и сложността на PVCs с Holter и 12-канална ESG, индуцируемост чрез натоварване (чрез работна проба или дългосрочен запис на ESG по време на спортни дейности) и добре съобразени допълнителни образни изследвания.¹ Допълнителна диагностична оценка с молекулярно генетично изследване може да бъде посочена в избрани случаи, ако съмнението за фамилно заболяване е високо. И накрая, може да е необходима повторна оценка след 6 месеца до 2 години. Препоръките за

Препоръки за упражнения при лица с преждевременни камерни съкращения или непродължителна камерна тахикардия

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
При упражняване на лица с ≥ 2 PVC в базална ECG (или ≥ 1 PVC в случай на спортисти с висока издръжливост) се препоръчва задълбочена оценка (включително подробна фамилна анамнеза), за да се изключат подлежащи структурни или аритмогенни състояния. ^{503,522}	I	C
Сред лица с чести PVCs и непродължителна VT се препоръчва изчерпателно изследване чрез Холтер мониториране, 12-канална ECG, работен тест и подходящо изобразяване. ⁵⁰³	I	C
Препоръчително е да се разрешават всички състезателни и развлекателни спортни дейности в свободното време, като периодично се прави преоценка при лица без фамилно или структурно подлежащо заболяване. ⁵⁰³	I	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

ECG = електрокардиограма; PVC = преждевременни камерни съкращения; VT = камерна тахикардия.

спортно участие на спортисти с PVC трябва да бъдат индивидуализирани въз основа на оценка за основните сърдечни заболявания, както беше описано по-рано, а често изисква споделено вземане на решение.

5.6.5. Синдром на удължен QT интервал

QT и коригираните QTc интервали варират в зависимост от пола и физическата подготовка. Вроденият дълъг QT синдром (LQTS) трябва да се разграничава от придобитите форми, т.е. поради обстоятелства, които могат да бъдат възвърнати и предотвратени. След като се установи придобит LQTS, спортната дейност трябва да бъде забранена, до коригиране на подлежащата причина.

Окончателната диагноза на вродения LQTS често е трудна.⁵²³ Вродената LQTS трябва да се подозира при рутинна ECG или 4 минути от възстановяване след работен стрес-тест,⁵²⁴ ако коригираният QTc интервал съгласно формулата на Bazett е ≥ 470 ms или ≥ 480 ms при асимптоматични спортисти от мъжки или съответно женски пол.⁵²⁵ QTc от ≥ 500 ms е диагностичен.⁵²⁶ В случай на граничен дълъг QTc интервал и отрицателна лична и фамилна анамнеза, субклиничните аритмии трябва да бъдат изключени чрез работен тест и дългосрочен запис на ECG.

Тъй като рискът от сърдечни събития по време на спортни дейности е до голяма степен специфичен за гените, генетичните тестове и каскадният скрининг на членовете на семейството трябва да се извършват след клинична диагноза на LQTS. Хората с LQT1 са изложени на най-висок риск по време на стресиращо упражнение.^{527,528}

Симптомните спортисти не трябва да се занимават със състезателни спортове. Хората с LQT1 не трябва да се занимават със спорт, включващ гмуркане в студена вода, тъй като това е свързано с повишен риск от аритмии. Общите предпазни мерки включват избягване на QT-удължаващи лекарства, дехидратация и електролитен дисбаланс. Терапията с бета-блокери е изключително ефективна при LQT1 и са необходими допълнителни терапии само за контролиране на по-тежки случаи или специфични генотипове.⁵²⁹

Оцелелите от SCA (сигурно под терапия с бета-блокери) трябва да бъдат насочени към ICD. По същия начин хората, които са преживели внезапен синкоп въпреки терапията с бета-блокери, също трябва да бъдат насочени за ICD или симпатикова сърдечна денервация.⁵³⁰ ICD имплантацията не поражда разрешение за интензивни или състезателни спортове. Продължаващо спортно участие с ICD е възможно, но се прилагат конкретни препоръки (вж. раздел 5.5.6). Американските насоки са по-снизходителни по отношение на участието в състезателни спортове (с изключение на LQT1), при условие че предпазните мерки включват наличието на автоматичен външен дефибрилатор (AED) „като част от личната екипировка за безопасност на спортиста“.⁵³¹ Смятаме, че такова задължение е непрактично (например зимни спортове, водни спортове) и поставя допълнителна отговорност върху клубове или други странични наблюдатели, което не може да бъде оправдано от медицинска препоръка за отделен спортист. Нещо повече, въпреки че сърдечният арест, свързан с LQTS, е необичаен, дори по време на състезателни спортове,⁵²⁷ ефективността на AED не е 100% в такива случаи.⁵³²

При безсимптомни носители на LQTS мутация без удължен QT интервал, т.е. <470 ms при мъжете и <480 ms при жените („генотип положителен/фенотип отрицателен“), е необходимо вземане на общо решение, балансиращо риска от аритмии с психологическото благополучие. Отрицателният работен стрес тест няма предсказваща стойност.

5.6.6. Brugada синдром

Синдромът на Brugada (BrS) е наследствено нарушение на сърдечните йонни канали с повишен риск от VF и SCD при лица със структурно нормално сърце.^{533,534} Въпреки че BrS първоначално е описан като чисто електрическо заболя-

Препоръки за упражнения при дълъг QT синдром

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчва се всички упражняващи лица с LQTS с предшестващи симптоми или продължителен QTc да бъдат на терапия с бета-блокери в таргетна доза. ⁵²⁹	I	B
Препоръчва се упражняващи се лица с LQTS да избягва лекарства, удължаващи QT (www.crediblemeds.org) и електролитен дисбаланс, като хипокалиемия и хипомагниемия. ⁵²⁹	I	B
Трябва да се има предвид вземането на споделено решение по отношение на спортното участие при пациенти с генотипно положителен/фенотипно отрицателен LQTS (т.е. $<470/480$ ms при мъже/жени). В този контекст трябва да се вземат предвид видът и настройката на спорта (индивидуално спрямо отборно), вид мутация и степен на предпазни мерки.	IIa	C
Участието в развлекателни и състезателни спортове с висока интензивност, дори когато са на бета-блокери, не се препоръчва при лица с QTc >500 ms или генетично потвърден LQTS с QTc ≥ 470 ms при мъже или ≥ 480 ms при жени.	III	B
Участие в състезателни спортове (със или без ICD) не се препоръчва при лица с LQTS и предшестващ сърдечен арест или аритмичен синкоп.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

ICD = имплантируем кардиовертер дефибрилатор; LQTS = дълъг QT синдром.

ване, са описани незначителни структурни аномалии на RV,⁵³⁵⁻⁵³⁸ което предполага, че болестта може да е резултат от ранна реполяризация или забавена деполяризация.⁵⁰⁹ Диагнозата се основава на наличието на модел Brugada тип 1 в 12-каналната ECG (извит тип ST сегмент ≥ 2 mm, последван от отрицателна T-вълна в ≥ 1 mm в десните прекордиални отвеждания, разположени в четвърто, трето или второ междуреброе), или спонтанно, или след провокация с блокер на натриевите канали.^{523,539,540}

Повечето хора с BrS остават безсимптомни през целия си живот. В повечето случаи събитията се случват по време на сън или почивка, по време на фебрилни състояния или, понякога, от топлинен удар.⁵⁴¹⁻⁵⁴⁹ Пациентите, които са претърпели SCA или аритмичен синкоп, трябва да бъдат подложени на ICD имплантация.^{247,511} Рисковата стратификация при безсимптомната популация със спонтанен ECG тип 1 е по-голямо предизвикателство.^{247,511} Има противоречиви доказателства, че работните тестове, показващи влошаващ се фенотип по време на натоварване или ранно възстановяване или EP изследване, са ефективни начини за откриване на лица с риск от SCD. При безсимптомни пациенти със само индуцируем модел на ECG тип 1 Brugada се препоръчват превантивни мерки, като избягване на задействащи лекарства (www.brugadadrugs.org), електролитен дисбаланс и повишаване на вътрешната температура $>39^{\circ}\text{C}$ (например чрез минимизиране на потапянето в горещи вани, сауни и парни стаи; чрез избягване на спортове в топли/влажни условия; чрез въздържане от продължителни състезания за издръжливост като триатлони и маратони). По време на фебрилни заболявания, треската трябва да се третира агресивно.^{247,511}

Може да се спекулира, че засилената вагална реакция по време на възстановяване⁵⁵⁰ и преобладаващият вагусен тонус в покой⁵⁵¹ могат да увеличат податливостта на силно тренирани лица да развият аритмии по време на възстано-

вяване или в покой. Няма обаче доклади, свързващи пряко упражненията или спортните тренировки със сърдечни събития и няма големи проспективни проучвания, оценяващи ефекта от упражненията и спорта в BrS.

Безсимптомни пациенти със спонтанен модел на ECG тип I BrS могат да се състезават във всички спортове, с изключение на спортове за издръжливост, свързани с повишаване на основната температура $>39^{\circ}\text{C}$ (напр. маратонско бягане и триатлони). Подобни правила се прилагат за безсимптомни генотип-положителни/фенотип-отрицателни индивиди и тези със скрита форма на BrS.

Ако се лекува с ICD, при условие че са взети предпазни мерки и пациентът е бил безсимптомнен в продължение на ≥ 3 месеца, може да се вземе предвид възобновяване на всички спортове, включително състезателен спорт, след вземане на споделено решение и също така, като се вземат предвид данните от ICD регистъра (вижте по-късно).

5.6.7. След имплантация на устройство

5.6.7.1. Пейсмейкъри

Имплантация на пейсмейкър (PM) се среща често. Обикновено хората с имплантиран PM, имат по-малко тежки заболявания и коморбидности, отколкото пациентите с ICD. Нещо повече, има по-малък риск от неизправност на PM, отколкото на ICD по време на спорт.⁵⁵² Поради всички тези причини препоръките за спортна практика са по-либерални при пациенти с PM, отколкото при пациенти с ICD. Пациентите с PM могат да участват в състезателни или развлекателни спортове при липса на структурно или друго сърдечно заболяване, за което упражненията може да са забранени.

През първите седмици след имплантиране на устройството трябва да се избягват спортни дейности, които повишават риска от дислокация на водачи (напр. силни движения на горните крайници). Работното тестване и или проследяването с Холтер по време на спортуване може да подобри индивидуалното програмиране на горния сензор и скоростта на проследяване и да изключи неподходящо ускорение при други обстоятелства (напр. конна езда).⁵⁵³

За всички пациенти със сърдечни устройства (PM, сърдечна ресинхронизираща терапия и ICD) трябва да се избягват спортни дейности, свързани с риск от травма на гръдния кош.⁵⁵⁴⁻⁵⁵⁷ Някои спортове, като футбол, баскетбол и бейзбол, са възможни, когато се носи подходяща подложка. Заслужава да бъде отбелязано, че спортовете с изразени движения на ръцете като волейбол, баскетбол, тенис, голф и катерене могат да увеличат риска от късно увреждане на проводника, поради притискане на субклавиата (с изолация или увреждане на проводника).^{554,558,559} Имплантацията на контралатералната страна на доминиращата ръка, фиксирането в джоба или подмускулното поставяне могат да подобрят трайността на системата. Не е известно, дали техниките за субкостален или епикарден имплант осигуряват дългосрочна полза. Електромагнитните смущения са малко вероятни при съвременните устройства и не са докладвани случаи, но винаги трябва да се подозира и внимателно да се оценява в специфични спортни среди с електронно оборудване (напр. фехтовка). Миопотенциалното инхибиране може да доведе до инхибиране на пейсирането, проблем, който е по-често при еднополярните електроди, въпреки че обикновено може да бъде коригиран с подходящо препрограмиране на устройството.^{560,561} Биполярните проводници са по-малко чувствителни към този проблем, но може да имат намалена дълготрайност.

Препоръки за упражнения при синдром на Brugada

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Имплантация на ICD се препоръчва при пациенти с BrS с епизоди на аритмичен синкоп и/или прекъснат SCD. ²⁴⁷	I	C
След имплантиране на ICD, трябва да се има предвид възобновяване на развлекателните или състезателните спортове след споделено вземане на решение при лица, които не са имали повторна аритмия в продължение на 3 месеца след имплантирането на ICD.	IIa	C
При безсимптомни лица с BrS, безсимптомни носители на мутации и безсимптомни спортисти само с индуцируем модел на ECG, участието в спортни дейности, които не са свързани с повишаване на основната температура $>39^{\circ}\text{C}$ (например събития за издръжливост при изключително горещи и/или влажни условия), биха могли да се вземат предвид.	IIb	C
Не се препоръчва предписване на лекарства, които могат да влошат BrS ^c , електролитни аномалии и спортни практики, които повишават вътрешната температура $>39^{\circ}\text{C}$ при лица с явен BrS или фенотипни носители на отрицателна мутация.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

^c Например, www.brugadadrugs.org.

BrS = Brugada синдром; ECG = електрокардиограма; ICD = имплантируем кардиовертер дефибрилатор; SCD = внезапна сърдечна смърт.

5.6.7.2. Имплантируеми кардиовертер дефибрилатори

Голям многонационален ICD регистър за спортна безопасност е показал, че след средно проследяване от 44 месеца, не е имало смъртни случаи или аритмия, или физическо нараняване свързано с шок при 440 спортисти, които са продължили в организирани състезателни или високорискови спортове след имплантиране на ICD.^{359,389} Допълнителен анализ при 82 непрофесионални спортисти за развлечение е потвърдил тези успокояващи резултати,⁵⁶² което има значение за много получатели на ICD, които искат да продължат развлекателните спортни дейности след имплантацията. Следователно споделеното вземане на решения е подходящо, когато решавате дали да продължите или не да спортувате и нивото на участие с ICD.

Три важни съображения обаче влизат в игра. Първо, ако спортът е противопоказан, тъй като може да допринесе за прогресиране на основното заболяване (например при аритмогенна кардиомиопатия или мутации на ламин A/C),^{384,425} ICD не може да се разглежда като заместител на ограничаването на спорта, а участието в умерени и високо-интензивни упражнения трябва да бъде обезкуражено. Препоръките при такива обстоятелства трябва да имат доживотна перспектива и да се основават на оптималното запазване на структурната сърдечна цялост. ICD, обаче, може да позволява леки до умерени упражнения без притеснения относно риска от аритмия или шокове и може да помогне на хората да си възвърнат самостоятелността и да преодолеят страховете, свързани с упражненията без надзор.

Второто съображение е, че шоковете с ICD като цяло, дори когато са подходящи и безопасни, ще окажат психологическо въздействие върху спортиста; 30–40% от спортистите, които са претърпели шокове в многонационалния регистър за спортна безопасност на ICD, са спрели участието си, поне временно поради страх от повторни шокове.³⁸⁹ Нещо повече, делът на спортистите с подходящи и неподходящи удари по време на тренировка е по-висок в състезателните, отколкото в развлекателните спортове, което подчертава известния задействащ ефект от упражненията с висока интензивност.⁵⁶² Като се има предвид, че ICD терапията е през целия живот, където качеството на живот зависи не само от способността за извършване на спортни дейности, но и най-вече от продължаващото доверие в устройството, лекарите трябва да са наясно, че собствената им вяра в ефективността и безопасността на ICD терапията по време на спорт не трябва косвено да оказва натиск върху спортиста да продължи да спортува. Отново, информираното вземане на решения трябва да направи повторна оценка на всички възможности след шоковете на спортиста, включително продължаване, намаляване или спиране на спорта.^{563,564}

Трето, трябва да се избягват ситуации, при които загубата на фокус или загуба на съзнание може да причини вреда на трета страна или на спортиста (например в моторни спортове, гмуркане, планинско катерене, дори колоездене).

Състезателят трябва да знае границите на програмираната скорост на откриване, за да може да избегне достигането им по време на тренировка. И обратно, зоните за откриване трябва да бъдат програмирани достатъчно високо, за да позволяват адекватно високи сърдечни честоти по време на желаните нива на упражнения. Тази практика се оказва безопасна и намали появата на шокове в базата данни за спортна безопасност на ICD.⁵⁶⁵ Най-честата причина за неподходящи шокове при лица с ICD е появата на синусова тахикардия и надкамерни аритмии.^{566,567} Основното сърдечно заболяване

Препоръки за упражнения при лица с пейсмейкъри и имплантируеми кардиовертер дефибрилатори

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Препоръчително е хората с имплантирани устройства със/без ресинхронизация и подлежащо заболяване да следват препоръките, отнасящи се до подлежащата болест. ^{384,425}	I	B
Участието в спорт и упражнения (с изключение на спортове със сблъсъци) трябва да се има предвид при лица с пейсмейкърна терапия, които нямат патологични субстрати за фатални аритмии.	IIa	C
Трябва да се има предвид предотвратяване на директно въздействие върху имплантираното устройство чрез съобразяване на мястото на имплантиране на водачите и/или устройство, подплънка или граничаване на спортовете с директно въздействие.	IIa	C
Holter записи и разчитания на устройството по време и след възобновяване на спорта трябва да се имат предвид, за да позволят подходящо адаптиране на съответните параметри на пейсиране в отговор на скоростта, изключване на миопотенциална или електромагнитна инхибция и откриване на VAs.	IIa	C
При вземането на решения, свързани с продължаване на интензивно или състезателно спортно участие при лица с ICD, като се взема предвид ефектът от спорта върху основния субстрат, фактът, че интензивните спортове ще предизвикат по-подходящи и неподходящи шокове, психологичното въздействие на шоковете върху спортиста/пациента и потенциалният риск за трети страни.	IIa	C
ICD не се препоръчва като заместител на препоръките, свързани с болести, когато тези изисквания налагат спортни ограничения.	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

ICD = имплантируем кардиовертер дефибрилатор; VA = камерна аритмия.

не и самият спорт за издръжливост носят по-висок риск от развитие на AF.^{474,480,568} Имплантирането на двойна система ICD, само по причина за откриване и дискриминация на предсърдна аритмия, не е оправдано, тъй като обикновено не е ефективно.^{565,569–572} Предвид факта, че много от тези спортисти са млади, има по-голям риск от дългосрочни усложнения на проводниците, когато се имплантират повече проводници; следователно, имплантирането на по-сложни ICD системи и техните показания трябва да се преценят при всеки пациент. Силно се препоръчва рутинно включване на спортисти в програми за дистанционно проследяване.

5.7. Препоръки за упражнения при лица с вродено сърдечно заболяване при възрастни

5.7.1. Въведение

Вроденото сърдечно заболяване (CHD) има честота 8–9 на 1000 живо-родени деца и е най-честият вроден дефект.⁵⁷³ Повечето деца с CHD преживяват до зряла възраст, включително над 85% със сложно заболяване. Редовното упражнение е важно за възрастни с вродени сърдечни заболявания

(ACHD) и участието в упражнения трябва да се обсъжда при всяка среща на пациента.⁵⁷⁴ CHD обаче представлява спектъра от състояния с много различни физиологични последици. Индивидуалната оценка е от съществено значение, преди да се съветва относно спортното участие. Това изисква детайлно разбиране на вродения сърдечен дефект, физиологичните му последици и ефекта от хирургическа или транскатетърна интервенция.

5.7.2. Нарастващият брой спортисти с вродена сърдечна болест

Спортистите с CHD включват тези с малки неоперирани лезии и палиативно оперирани и коригирани CHD. Някои спортисти ще бъдат диагностицирани с CHD за първи път по време на скрининга преди участие. Приблизително 1 на 150 възрастни има вроден сърдечен дефект. Това е увеличение с над 50% през последните 10 години и отразява подобрената диагноза и дългосрочната преживяемост.⁵⁷⁵ Като цяло 90% от възрастните с CHD са във функционален клас I или II по NYHA.⁵⁷⁶ Броят на професионалните и развлекателни спортисти с CHD е неизвестен, но елитната популация от спортисти вероятно ще бъде малка. В проучване на 2352 олимпийски спортисти само девет (0,4%) са имали вроден сърдечен дефект.⁵⁷⁷ Въпреки това, много повече пациенти с CHD се състезават на рекреационно ниво. Има вероятност, броят на спортистите с CHD да се увеличава, поради подобреното оцеляване, по-доброто разбиране на ползите от упражненията и увеличаване броя професионални спортисти от страни, в които слабо развитите здравни системи са свързани с недостатъчна диагностика на CHD.^{573,574}

5.7.3. Не-сърдечни аномалии при вродена сърдечна болест и пара-олимпийски спорт

CHD има многофакторна етиология, но има значителен генетичен компонент и риск за рецидив 2–5%.⁵⁷⁸ Генетичният произход може да се дължи на хромозомна аномалия, наследствен синдром с Менделев модел или спорадичен с променлива проникваемост.⁵⁷⁸ Приблизително 14% от пациентите с CHD имат допълнителни несърдечни аномалии.⁵⁷⁹ Така, 44% от пациентите с ACHD имат аномалии на белодробната функция.⁵⁸⁰ Това може да направи консултирането на спортни участия за спортиста с ACHD по-трудно. Няма специфична класификация на CHD в пара-олимпийския спорт.

5.7.4. Общи съображения при спортиста с вродено сърдечно заболяване

Съществуват значителни разлики в хемодинамичните последици и прогнозата на различни лезии на CHD. Нещо повече, последиците от всяка отделна лезия могат да варират значително при отделните лица. По този начин, аномалията на Ебщайн може да се прояви в ранна детска възраст с белодробна хипоплазия, поради компресия от гигантско дясно предсърдие или може да се появи в края на средната възраст с надкамерна тахикардия и минимални хемодинамични последици. По същия начин, дефектът на камерната преграда може да бъде малък и асимптоматичен, или голям, проявяващ се със HF в кърмаческа възраст, или може да се прояви с екстремна цианоза, намален капацитет за упражнения и синдром на Eisenmenger при възрастния. Следователно, тези препоръки се основават на физиологична оценка, а не толкова на основната анатомична диагноза. Основно значение има разбирането на обхвата на тежестта и основаното

на лезии знание за потенциални усложнения. Кардиологът трябва да работи съвместно със специалист по CHD. Състезатели с CHD, които участват в редовни тренировки и състезателни спортове, трябва да преминават ежегодно през подробна оценка, която включва клиничен преглед, ECG, ехокардиограма и стрес тест, в идеалния случай CPET.

Много спортисти с CHD вече са били подложени на коригираща или палиативна операция. При млади хора с постхирургична CHD пропускливостта на клапата и аритмиите са често срещани проблеми, но с увеличаване на възрастта преобладават аритмиите и HF. При майсторите спортисти преобладават проблеми, свързани с предишна коригираща или палиативна хирургия. Те включват сърдечни аритмии, дисфункция на системната камера, клапна недостатъчност и обструкция на протезния канал. Повторна хирургия на клапа или кондуит и аблация на аритмия поради ренитри аритмии (вторични при хирургичен белег) са чести в тази възрастова група. В допълнение, с увеличаване на възрастта, може да се развие придобит CVD.^{581,582} Това е от особено значение при оценката на майстора спортист с CHD.

5.7.5. Внезапна смърт по време на спорт

SCD при CHD е рядка (<0,1% годишно),⁵⁸³ а само 8% от смъртните случаи настъпват по време на тренировка.⁵⁸⁴ Много комплексни пациенти с CHD с най-висок риск от SCD имат намален толеранс към упражненията и не могат да участват в значителна спортна активност. Някои диагностични групи обаче, напр. след корекция на тетралогия на Fallot, носят риск от SCD, но все още може да се състезават в елитен спорт.⁵⁸⁵ Други високорискови вродени лезии като аномален коронарен произход, пролапс на митралната клапа и аортопатия са описани съответно в точки 5.1, 5.3 и 5.4. В голямо популационно проучване на SCD при пациенти с CHD под 35 години, 87% от SCD са се дължали на предполагаема аритмия, а 41% са настъпили при пациенти с недиагностицирана CHD.⁵⁸⁶ Свързана с активност SCD е била по-често срещана в недиагностицираната група (18% срещу 4%), което подкрепя необходимостта от предварителен атлетичен скрининг преди участие.⁵⁸⁶ Не е известно дали интензивността на упражненията е рисков фактор за SCD при CHD. Има разумни доказателства, че умереното до енергично упражнение е безопасно при повечето пациенти с ACHD, дори когато е симптоматично (NYHA II – III).^{576,587,588} Сърдечните аритмии обаче са често причина за прием в болница при ACHD, а екстремните физически упражнения могат да изложат латентен аритмичен субстрат.^{589,590}

5.7.6. Упражнения при спортисти с вродени сърдечни заболявания: актуални насоки и препоръки

Редовното структурирано упражнение е безопасна и ефективна терапия за повечето пациенти с CHD. Това важи за повечето диагностични групи, включително симптоматични пациенти, и включва аеробни и силови упражнения.^{588,591,596} Непоносимостта към упражнения при CHD е силен предиктор, както на клиничния изход, така и на SCD.⁵⁷⁶ Необходими са специфични предпазни мерки в екстремни среди, включително подводни спортове и това се разглежда по-долу (вижте *Допълнителни данни, раздел 4*). Това е особено вярно, ако има потенциал за шънт от дясно наляво. Налични са препоръки за оценка на упражненията и предписване и при деца, и при възрастни с CHD, въпреки че те не са специфично разработени за

спортиста.^{597,598} Педиатричните препоръки се основават предимно на подлежащата анатомична диагноза, но препоръките за CHD при тийнейджъри и младежи са възприели функционален подход на базата на подлежащата хемодинамика и аритмичния риск. Този по-късен подход е по-подходящ за оценка на спортиста с ACHD (Фигура 9).

5.7.7. Оценка на спортиста с вродено сърдечно заболяване

Препоръките за предписване на упражнения при юноши и възрастни с CHD използват структурирана методология, описана от Budts *et al.*⁵⁹⁷ Тя може да бъде модифицирана за използване при оценката на спортисти с CHD.

Етап 1. Правят се пълна анамнеза и физически преглед. Това трябва да включва подробности за подлежащата диагностика на CHD, всякакви транскатетърни или хирургични интервенции, настоящия лекарства и CV симптоми (в покой и при упражнения). Трябва да се обърне внимание на всякакви свързани несърдечни диагнози, включително белодробна дисфункция. Трябва да се снеме пълна анамнеза на упражненията и спортните участия, включително точни подробности за текущия график на тренировките и всякакви хранителни добавки. Трябва да се установят подробности за планираната или текуща спортна дейност, което да включва оценка на статичния компонент и интензивността, както е описано в раздел 4.1 (вижте Фигура 2). Ако е необходимо, трябва да се потърси съвет от спортния фитнес треньор или специалист по спортна медицина.

Етап 2. След това трябва да бъдат оценени следните пет базови параметъра⁵⁹⁷ (Таблица 16).

(1) Камерна функция

Оценката на камерната функция обикновено може да бъде постигната с помощта на ехокардиография. Целта е да се установи дали функцията е намалена (EF <55%) и ако е така, дали е лека (45–55%), умерена (30–45%) или тежка (<30%). Това се използва за базова оценка и последващо наблюдение на ефектите от тренировките за упражнения. Ехокардиографията може също така да оцени аномалии на входа и изхода, които могат да станат по-тежки по време на остри физически упражнения (напр. обструкция на изхода на LV или системна атриовентрикуларна клапна регургитация). Сканирането с CMR може да бъде за предпочитане при сложни заболявания. Това носи допълнителната полза от оценката на интракардиалния белег, който може да послужи за оценка на риска от аритмия.^{599,600}

(2) Белодробно артериално налягане

Белодробна хипертония (PH) се диагностицира, когато средното PAP е >20 mmHg.⁶⁰¹ PH може да възникне в контекста на хроничен ляво-десен шънт (напр. дефект на предсърдната преграда, дефект на вентрикуларната преграда, артериален дуктус), който позволява неограничено претоварване на обема/налягането. В крайна сметка това може да доведе до наднормално PAP с обръщане на шънта и повишено белодробно съдово съпротивление (синдром на Eisenmenger).

Повишеното следнатоварване на RV ограничава способността за увеличаване на сърдечния дебит чрез увеличаване на ударния обем и може да наруши функцията на LV чрез нарушаване на нормалното взаимодействие RV – LV. Малко пациенти с CHD със значителна PH ще участват в състезателни спортове, поради намален работен капацитет. Някои

спортисти с CHD обаче ще имат леко повишаване на белодробно-съдово съпротивление, което може да се влоши от фактори като височинни тренировки.⁶⁰² PAP се повишава по време на тренировка. Това покачване се засилва с увеличаване на възрастта и може да бъде още по-увеличено при спортисти с CHD, поради повишено белодробно съдово съпротивление.⁶⁰³ В допълнение, белодробната клапна стеноза или дисталните стенози в белодробните артериални клонове могат да причинят свързана с упражненията RV хипертония. Неинвазивната оценка на PH може да бъде трудна, но има публикувани пълни препоръки за оценка.^{604,605} Допълнителна информация може да бъде получена чрез CPET и VO2 >25,2 ml/min/kg прави сигнификантна PH малко вероятна.⁶⁰⁶ Тъй като PH може да бъде късно следоперативно усложнение след хирургична корекция на CHD,⁶⁰⁷ оценката на PAP трябва да бъде част от всеки ехокардиографски преглед при спортисти с CHD. Въпреки че физическите тренировки обикновено се считат за безопасни при PH, състезателният спорт не се препоръчва.^{1,608}

(3) Аортна оценка

Много пациенти с CHD са изложени на риск от дилатация на аортата, по-специално пациенти с тетралогия на Fallot, коарктация на аортата и някои синдроми, като 22q11 микроделеция и Turner синдром. Аортната дисекция обаче е много рядка при CHD.⁶⁰⁹ Спортистите имат леко увеличени аортни размери в сравнение с обездвижени контроли, но не е известно дали това има кумулативен ефект при спортисти с CHD с дилатация на аортата.³⁴⁵ Наличието на дилатация на възходящата аорта трябва да доведе до преценка за коарктация на аортата, тъй като това може да във връзка с тежка коарктация, която може да бъде пропусната при клиничната оценка, но може да причини тежка хипертония, свързана с упражненията.⁶¹⁰ Рисковете от упражнения при аортопатия са описани подробно в раздел 5.4. Трябва да се избягват контактни спортове при пациенти с дилатирана аорта >5 cm.

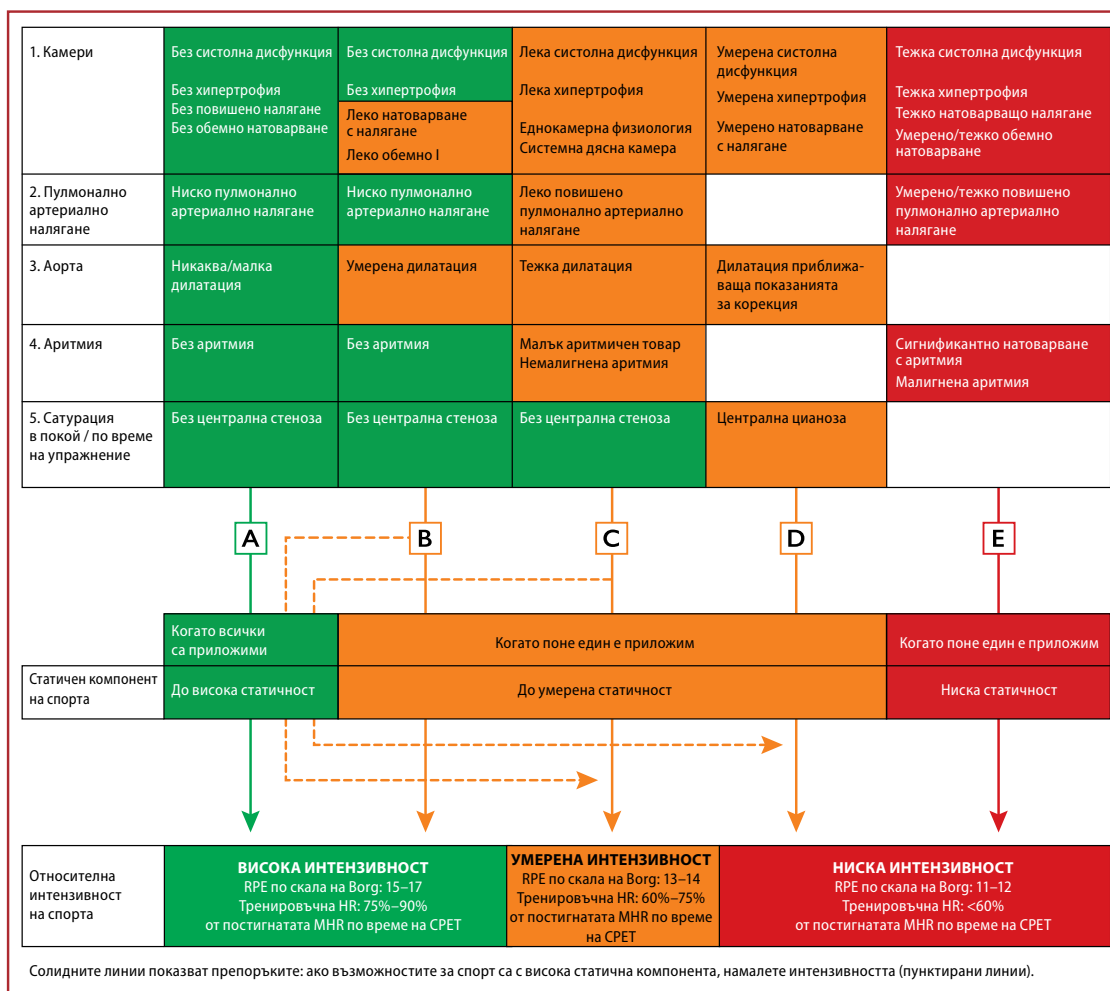
(4) Оценка на аритмията

Аритмиите са отговорни за 25% от приема в болница с CHD. Над 80% са предсърдни, но могат да възникнат живото-застрашаващи VAs.⁶¹¹ Независимите рискови фактори включват нарастваща възраст, мъжки пол, дясна камера с двоен изход, атриовентрикуларен септален дефект, HF,

Таблица 16: Входящи параметри за оценка при вродени сърдечни заболявания

Параметър	Коментар
Камерна функция	Обикновено с ехокардиограма. При сложни състояния може да се предпочита ^{597,599,600}
Белодробно налягане	Използва се скорост на трикуспидална регургитация, скорост на пулмонална регургитация с ехокардиография. Може да е необходима сърдечна катеризация за остро измерване ^{599,604}
Аортен размер	Обикновено с ехокардиография или CMR. Трябва да се изключи коарктация ^{599,618}
Преценка за аритмия	12 канална ECG с нисък праг за 24-часова амбулаторна ECG. Може да са необходими допълнителни тестове, ако има симптоми ^{611,612}
Преценка на сатурации	Пулсова оксиметрия в покой/при упражняване ^{602,614}

CMR = сърдечен магнитен резонанс; ECG = електрокардиограма.



Фигура 9: Оценка преди участие на лица с вродени сърдечни заболявания.⁵⁹⁸

CPET = кардио-пулмонална работна проба; HR = сърдечна честота; MHR = максимална сърдечна честота; RPE = скорост на възприемано усилие. А–Е представлява пътища свързващи статични и интензивни компоненти за всяка колона. След оценка на CPET и петте вариабилни (Таблица 16), могат да бъдат дадени индивидуални препоръки (плътна стрелка). Ако е избран спорт с по-високо статично ниво, тогава се препоръчва по-ниско ниво на интензивност (пунктирна стрелка).

обструктивна сънна апнея, транспозиция на големите артерии, вродена коригирана транспозиция и тетралогия на Fallot.⁵⁹⁹ Оценката на спортиста с CHD трябва да включва история на симптомите с оценка на сърцебиене, пресинкоп и синкоп, особено по време на тренировка. Аритмиите може да са първият признак на основно хемодинамично влошаване и новопоявили се аритмии трябва да доведат до пълна хемодинамична оценка. Налични са подробни препоръки за оценка и лечение на аритмии при CHD.⁶¹² При спортиста терапията за аритмия може да бъде усложнена от необходимост да се сведат до минимум отрицателните хронотропни ефекти на антиаритмичното лечение, което може да повлияе на изпълнението. Ако са налице симптоматични аритмии, може да се наложи работна ECG, продължително мониториране на ECG, имплантация на рекордер и дори електрофизиологично изследване. Това трябва да се координира от електрофизиолог с опит при CHD.

(5) Оценка на сатурациите/белодробната функция

Спортистите с CHD трябва да бъдат оценени за потенциала на основния интракардиален дясно-ляв шънт. Това може

да се оцени с помощта на пулсова оксиметрия, но наситането в покой >95% не изключва свързана с усилие централна цианоза, а оценката на упражненията е от съществено значение. Трябва да се има предвид потенциалът за белодробна причина за цианоза и белодробната функция трябва да се оцени като част от кардиопулмонален работен тест. Дори след хирургична корекция на сърдечния дефект, може да има остатъчен вътре-сърдечен шънт.

Етап 3. Кардиопулмонална работна проба

CPET е безценен за рисковата стратификация на възраст с CHD и може да предскаже клиничния изход.^{613,614} Също така е изключително полезен при оценката на спортиста с CHD, тъй като позволява оценка на PAP, дихателни проблеми, сърдечен дебит, хемодинамика свързана с упражнения, и аритмии. Това трябва да се използва заедно с оценка на усилията като скалата на Borg.⁶¹⁵ Налични са нормални стойности на CPET за пациенти с CHD, които не са спортисти.⁶¹⁶ CPET трябва да се извършва заедно с 12-канална ECG, за да позволи откриване на аритмии и оценка на хронотропната неспособност. Намаленият VO₂max и пиковият кислороден пулс може да са отражение на намаления

ударен обем и се срещат при сложна CHD, както и при други форми на ИБС, включително коригирана тетралогия на Fallot, аортна регургитация и коарктация на аортата. При CHD, вентилационният анаеробен праг може да бъде намален и това влошава ефективността на газообмена при динамични спортове и спортове за издръжливост. Това може да е свързано с предишна торакотомия или белодробно заболяване. По подобен начин, може да има повишен наклон на минутна вентилация/производство на въглероден диоксид (V_{ENCO}2),⁶⁰¹ което показва неадекватно белодробно съдово русло.^{610,611,613–616} Намалената скелетна мускулна маса е често срещана при възрастни с CHD и може да допринесе за намалено усвояване на кислород в тъканите. Степента, до която това се променя при спортисти с CHD, не е оценена. Въпреки това, дори при сложни заболявания, редовното участие в упражнения за съпротивление подобрява мускулната маса, а редовното участие в упражненията е доминиращ фактор за определяне на дългосрочния резултат.^{593,617}

Етап 4. Интензивност на упражненията и предписания

Трябва да се направи оценка на спорта и участието на спортистите, както е обсъдено във въвеждението (Таблица 16). Това трябва да включва оценка на интензивността, аеробните и съпротивителните компоненти (изоμεтрични и динамични) и общия обем на упражнението, което трябва да включва тренировки и състезания. Хемодинамичните последици трябва да се разглеждат в светлината на разбирането на известните специфични за лезията последици и индивидуалните специфични за спортиста промени, установени при оценката.

Етап 5. Проследяване и повторна оценка

При спортистите с CHD серийна оценка трябва да се извършва – обикновено на годишна база – докато участва в спорт. Това разпознава свързаните с възрастта промени, които настъпват при спортиста с CHD и потенциала за поява на дегенеративна CVD.

Препоръки за упражнения при лица с вродени сърдечни заболявания

Препоръки	Клас ^a	Ниво ^b
Участие в редовни умерени упражнения се препоръчва при всички лица с CHD. ^{588,591–594,619}	I	B
Препоръчва се дискусия относно участието в упражнения и предоставянето на индивидуализирана рецепта за упражнения при всяка среща на пациенти с CHD. ^{574,597,598,617}	I	B
Препоръчва се оценка на камерната функция, налягането в белодробната артерия, размера на аортата и риска от аритмия при всички спортисти с CHD. ^{342,348,573,597}	I	C
Състезателното спортно участие трябва да се има предвид за спортисти с CHD в клас I или II по NYHA, които са свободни от потенциално сериозни аритмии след индивидуално съобразена оценка и споделено вземане на решения. ^{573,595,597,598}	IIa	C
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с CHD, които са в клас III–IV по NYHA или с потенциално сериозни аритмии. ^{605,608}	III	C

^a Клас на препоръките.

^b Ниво на доказателственост.

CHD = вродено сърдечно заболяване; NYHA = New York Heart Association (Нюйоркската сърдечна асоциация).

6. Ключови послания

Скринингът за CV преди участие в развлекателни и състезателни спортове цели откриване на разстройства, свързани със SCD, и има потенциал да намалява CV риск чрез болест-специфичен и индивидуализиран подход при пациентите.

Скринингът на CV при възрастни и старши спортисти трябва да е насочен към по-високото разпространение на атеросклеротична CAD, включително оценка на рисковите фактори за CVD и работни тестове. Скоринг за CAC може да се извърши при безсимптомни спортисти с умерен атеросклеротичен рисков профил.

Здрави възрастни от всички възрасти и лица с познато сърдечно заболяване трябва да спортуват през повечето дни, като упражнения с умерена интензивност трябва да са общо поне 150 минути на седмица.

Хората с CAD, с нисък риск от нежелани събития предизвикани от упражнения, трябва да се считат допустими до състезателни или развлекателни спортни дейности, с малки изключения.

Състезателните спортове не се препоръчват при лица с CAD с висок риск нежелани събития предизвикани от упражнения или с остатъчна исхемия, с изключение на индивидуални ниско-интензивни спортове с умения.

Програмите за упражнения при HF подобряват толерантността към упражненията и качеството на живот и имат малък ефект върху смъртността по всякакви причини и специфичната за HF смъртност, и хоспитализация по всякакви причини и хоспитализация, специфична за HF.

Безсимптомни лица с леко клапно сърдечно заболяване могат да участват във всички спортни дейности, включително състезателни спортове.

Избрана група от безсимптомни лица с умерено клапно заболяване, които имат добър функционален капацитет и нямат данни за миокардна исхемия, сложни аритмии или хемодинамично компрометиране при максимален стрес тест, биха могли да бъдат избрани за състезателни спортове след внимателно обсъждане с експерт кардиолог.

Прилагането на здравословен начин на живот, включително участието в спортове, намалява риска от CV събития и смъртност при лица с аортопатии.

Хората с остър миокардит или перикардит трябва да се въздържат от всички спортове, докато е налице активно възпаление.

Лицата с кардиомиопатия или излекуван миокардит или перикардит, които желаят да участват в редовни спортове, трябва да преминат цялостна оценка, включително работен тест, за да се оцени рискът от аритмии, предизвикани от упражнения.

Лица, които са с положителен генотип/отрицателен фенотип или имат лек фенотип за кардиомиопатия и липса на симптоми или някакви рискови фактори, могат да участват в състезателни спортове. Важно изключение е аритмогенната кардиомиопатия, където упражненията с висока интензивност и състезателните спортове трябва да бъдат обезкуражени.

Подходът към спортно участие при лица с аритмогенни състояния се ръководи от три принципа: (i) предотвратяване на живото-застрашаващи аритмии по време на тренировка; (ii) управление на симптомите, за да се позволи спорт; и (iii) предотвратяване предизвикано от спортове прогресиране на аритмогенното състояние. Във всеки отделен случай тези три основни въпроса трябва да бъдат разгледани.

При всички спортисти с PSVT трябва да бъде изключена преексцитация и се препоръчва аблация на допълнителния път, ако има такъв.

При лица с PVCs, които искат да се занимават със спорт, трябва да се изключат подлежащи структурни или фамилни аритмогенни състояния, тъй като спортната активност може да предизвика по-злокачествени аритмии, ако тези основни състояния са налице.

Спортисти с електрически аномалии от генетичен произход, като наследствените йонни каналопatii, изискват оценка и вземане на споделено решение, в които са включени кардиогенетици, предвид сложното взаимодействие на генотипа, фенотипа, потенциалните модификатори и упражненията.

Хората с пейсмейкъри не трябва да бъдат обезкуражавани да участват в спорта поради устройството, но трябва да приспособяват своите спортни участия според основното заболяване.

Участието в развлекателен и състезателен спорт при пациенти с ICD би могло да се има предвид, но изисква споделено и индивидуализирано вземане на решения, основано на по-голяма вероятност за подходящи и неподходящи шокове по време на спорт и потенциалните последици от кратките епизоди на загуба на съзнание.

Пациентите с ИБС трябва да бъдат насърчавани да спортуват и трябва да им се дава персонализирано предписание за упражнения.

7. Недостатъчни доказателства

Резултати при упражняване на лица със сърдечно-съдови заболявания. Естествената история и абсолютният риск от състояния, свързани със SCD при спортисти, идентифицирани чрез скрининг на CV, са до голяма степен неизвестни, което затруднява количественото определяне на краткосрочния и дългосрочния риск.

Необходими са данни за бъдещи резултати, включително появата на големи CV събития и друга CV заболяемост, за да се по-добро направляване на рисковата стратификация, управление и препоръки за избираемост на спортисти, диагностицирани със CVD.

Сърдечно-съдова оценка при високо спортно майсторство. Съвременните методи на скрининг на хората за атеросклеротична CAD се основават на симптоми и максимален работен тест; те обаче не идентифицират лица с леки до умерени атеросклеротични плаки. Необходими са повече познания за оптималния скринингов алгоритъм преди участие с цел идентификация на лица, изложени на риск от неблагоприятни сърдечни събития по време на тренировка.

Безопасност на високо-интензивни упражнения при сърдечно-съдови заболявания. Има ограничени данни за безопасността на тренировките с висока интензивност и спортни участия при здрави лица с висока обремененост с рискови фактори; повече информация може да бъде получена чрез бъдещи висококачествени проспективни проучвания.

Риск от аномален произход на коронарните артерии при по-възрастни лица. Въпреки че AOCA от противоположен синус на Valsalva са призната причина за смъртност при млади спортисти, при тази вродена аномалия са необходими повече познания за риска от упражнения с висока интензивност при по-възрастни индивиди (> 40 години).

Риск от миокарден мост. Точното значение на MB за причиняване на MI или внезапна смърт по време на тренировка е неизвестно.

Полза от редовното упражняване за оцеляване при хронична сърдечна недостатъчност. Въпреки че упражненията подобряват функционалния капацитет и качеството на живот при лица със HF, все още липсват сериозни доказателства за ползата от редовните упражнения за преживяемостта.

Роля на високо-интензивните упражнения при хронична сърдечна недостатъчност. Въздействието на упражненията с висока интензивност при безсимптомни лица със HF с намалена и запазена систолна функция е неизвестно и за да се улесни предписването на упражнения в бъдеще, са необходими големи многоцентрови проучвания.

Започване на програма за упражнения след декомпенсирана сърдечна недостатъчност. Началното време на тренировъчна програма с умерено-висока интензивност и връщане към спорта след остро събитие при HF е неизвестно.

Водни упражнения при сърдечна недостатъчност. Безопасността на водните упражнения при HF трябва да бъдат потвърдени от по-големи проучвания.

Ефект от упражненията върху естествената еволюция на клапната сърдечна болест. Има оскъдни данни за ефектите от редовното интензивно упражнение при лица с клапна сърдечна болест. Необходими са широкомащабни надлъжни проучвания, за да се осигурят повече основани на доказателства препоръки за предписване на упражнения при лица с клапна сърдечна болест.

Ефект от упражненията върху естествената еволюция на аортопатиите. Липсват знания за въздействието на спорта върху прогресията на аортната болест и риска от дисекция или аортна руптура сред лица с аортопатия. Влиянието на бета-блокери върху прогресията на аортната болест сред лица с аортопатия, които участват в редовни упражнения, е неизвестно и трябва да бъде изследвано в рандомизирано контролирано проучване.

Оптимална безопасна доза упражнение при кардиомиопатия. С изключение на аритмогенната кардиомиопатия, настоящата практика, свързана с препоръки за упражнения при лица с кардиомиопатия или след миооперикардит, се основава до голяма степен на косвени доказателства. Необходими са големи, достатъчни по сила рандомизирани проспективни проучвания, за да се осигурят основани на факти препоръки за оптимално предписване на упражнения, без компрометирана безопасност. Такива проучвания трябва също да се окажат полезни за валидиране на настоящите протоколи за стратификация на риска, извлечени от относително обездвижена популация.

Упражнение и предсърдно мъждене. Спортната активност през целия живот, увеличаваща риска от развитие на AF, е неизвестна. Също така, не е известно дали продължаващото участие в енергични упражнения със същата интензивност след успешна аблация на AF е свързано с по-висок риск от рецидив на AF.

Полза от инвазивните електрофизиологични проучвания при юноши с допълнителни пътища. Съотношението полза/риск от ранната инвазивна оценка на EP на проводните свойства на AP при млади спортисти (на възраст <12–14 години) с безсимптомна преексцитация и профилактична аблация остава неясно и се нуждае от широкомащабни изследвания за изясняване.

Упражнение с имплантируем кардиовертер дефибрилатор. Въпреки че международен регистър е показал липса на свързана със спортове внезапна смърт или нараняване при лица с ICD, които извършват състезателни, високо-интензивни развлекателни или високо-рискови спортове, много данни са оскъдни и не са изследвали специфични атлетични популации с намалена LV функция, катехоламинергична полиморфна VT. Нещо повече, дългосрочното физическо и психологическо въздействие на подходящи и неподходящи шокове, които стават по-чести с увеличаване на спортната интензивност, е неизвестно.

Аритмичен риск от упражнения при вродени сърдечни заболявания при възрастни. Връзката между интензивността на упражненията и риска от аритмии при лица с CHD е неизвестна и са необходими допълнителни изследвания. Въпреки че при пациенти с CHD се препоръчва предписване на упражнения, има необходимост от допълнителни проучвания, за идентификация на оптималния метод за подобряване на спазването на предписанието за упражнения.

8. Полови различия

В продължение на много години спортните участия, особено в най-високите ешелони, са доминирани от мъже, но през последните четири десетилетия има свидетели на нарастващ брой жени, участващи в голямо разнообразие от спортни дисциплини на елитно ниво. Жените съставляваха 45% от всички спортисти на Олимпийските игри през 2016 г. в Рио и участваха в 26 от 28-те различни спортни дисциплини, включително тези, които традиционно се смятаха за „мъжки спорт“, като стъпки, ръгби и бокс. Въпреки че насоките в този документ са приложими и за двата пола, има някои уместни различия, основани на пола, спрямо упражненията и спорта, включително: (i) честотата на SCD по време на тренировка; (ii) количествени различия в CV адаптация към редовни интензивни упражнения и припокриването с кардиомиопатия; (iii) предразположението на нежелани събития със специфични CVDs при жените; и (iv) адитивните хемодинамични ефекти на упражненията при бременни жени със структурно абнормно сърце.

Настоящите доказателства показват значително по-ниско разпространение на свързаните с упражненията SCD при жени, които представляват малко малцинство от спортисти, умиращи внезапно при съотношение между мъже и жени, вариращо от 3 до 10:1.^{17,18,46,49,52,620} Тази непропорционално по-ниска честота на SCD при млади състезателни жени спортисти важи и за по-възрастните спортисти за развлечение, където смъртността при мъжете е 20 пъти по-голяма, отколкото при жените.

Освен по-ниската честота на свързаните с упражненията SCD, изглежда има и полови различия, свързани със заболяванията, предразполагащи към SCD. За разлика от мъжете, атлетките рядко се поддават на SCD от HCM. В Националния регистър на САЩ жените съставляват само 3% от 302-те лица, починали от HCM.⁶²¹ Потенциалните детерминанти на това непропорционално преобладаване на смъртността при мъжете могат да включват по-нисък абсолютен обем и интензивност на тренировъчното натоварване при жените, което може би ги прави по-малко податливи на камерни тахикардии. Всъщност, може би е вероятно и че някои защитни метаболитни или хормонални механизми намаляват аритмичния риск по време на интензивно физическо нато-

варване при жени с HCM. Това наблюдение е от значение за предписването на интензивни упражнения или състезателни спортове при HCM, което е относително консервативно, но би могло да бъде по-малко притеснително и по-либерално при засегнати жени в бъдеще. Диагнозата на HCM при спортист също е от значение в това отношение, тъй като спортистите от мъжки пол, особено тези, които се състезават в спортове за издръжливост, показват количествено големи структурни промени в сърцето, включително LV хипертрофия. Приблизително 2% от белите мъже атлети и 13% от чернокожите атлети показват дебелина на стената на LV от 12–15 mm, която се припокрива с морфологично лека HCM и може да бъде диагностична дилема. За разлика от тях, атлетките рядко разкриват дебелина на стената на ЛН >12 mm или концентрично ремоделиране на LV, поради което диагнозата HCM е ясна.³

За разлика от това, различен сценарий е представен при жените с MVP, където препоръката за участие в интензивни упражнения изисква по-подробна стратификация на риска. В италианския регистър по патология на 650 SCDs, 7% са приписани на MVP. От тях по-голямата част (60%) са жени, които показват значително удължаване на двете платна, поради обширна миксоматозна дегенерация.³³²

Заслужава отбелязване, че по-голямата част от свързаните с упражненията SCDs при млади жени са свързани със структурно нормално сърце при аутопсия. Това наблюдение от няколко регистри подсказва, че генетичните електрически заболявания (а именно LQTS, синдром на Brugada или катехоламинергична полиморфна VT) са вероятно отговорни за значителна част от тези смъртни случаи. Съобщавани са различия в сърдечната реполяризация между мъже и жени при здрави хора и при лица с LQTS.⁶²² Здрави жени също имат по-дълъг QTc интервал в сравнение с мъже. Следователно, те са по-често клинично засегнати от синдрома, отколкото мъжете, въпреки равното разпределение по пол на генотипа на болестта. Жените са също изложени на по-висок риск от мъжете да развият аритмии в отговор на QT-удължаващи лекарства, и на електролитни нарушения в сравнение с мъжете. Нещо повече, женският секс е независим рисков фактор за сърдечни събития при LQTS.⁶²³ За съжаление, малко се знае за влиянието на половите хормони върху сърдечната реполяризация, с изключение на това, че андрогените могат да съкратят QTc интервала. Въз основа на тези съображения, препоръчваме особено внимание, когато съветваме за състезателни спортове жени с вероятна или категорична диагноза LQTS.

Бременността е свързана с 50% увеличение на плазмения обем и сърдечния дебит. Работният стрес при бременни жени със структурно сърдечно заболяване има потенциал да предизвика хемодинамично компрометиране. Умерените аеробни упражнения обикновено са безопасни при всички жени и са свързани с по-ниско разпространение на прекомерно наддаване на тегло, след-родилно затлъстяване, гестационен диабет и прееклампсия. Жените спортисти могат да продължат да тренират интензивно по време на бременност, въпреки че се препоръчва жените да не надвишават сърдечната честота >90% от максималната прогнозирана за възрастта, за да намалят риска от фетална брадикардия. Бременните жени с известна структурна болест на сърцето се нуждаят от оценка, преди да се впуснат в интензивни работни програми. Не се препоръчват упражнения или спортове, включващи насилствен физически контакт, риск от падане или травма на корема, тежко вдига-

не, гмуркане и упражнения на голяма надморска височина в не-аклиматизирано състояние.

И накрая, жените представляват най-голямата популация от затлъстели индивиди в световен мащаб, а жените с T2DM имат по-голямо преобладаване на сърдечно-

съдови усложнения и смърт в сравнение с мъжете. В това отношение, всички жени трябва да бъдат стимулирани да участват в редовни програми за РА и упражнения, независимо от възрастта, етническата принадлежност и CV морбидност.

9. „Какво да правим“ и „какво да не правим“ от Препоръките

Препоръки: какво да правим и какво да не правим за упражнения и спортове при здрави лица	Клас ^a	Ниво ^b
Общи препоръки за упражнения и спортове при здрави лица		
Най-малко 150 min/седмица с умерена интензивност или 75 min/седмици аеробни упражнения с енергична интензивност или еквивалентна комбинация на такива се препоръчва при всички здрави лица.	I	A
Препоръчва се редовно оценяване и консултиране за насърчаване на спазването и, ако е необходимо, за подпомагане увеличаването на обема на упражненията с течение на времето.	I	B
Няколко сесии упражнения се разпределят през седмицата, т.е. на 4–5 дни в седмицата и за предпочитане всеки ден от уикенда.	I	B
Специални съображения за лица със затлъстяване, хипертония, дислипидемия или диабет		
При лица със затлъстяване (BMI ≥ 30 kg/m ² или с обиколка на талията >80 cm за жени или >94 cm за мъже) тренировки за съпротивление ≥ 3 пъти седмично, в допълнение към умерени или енергични аеробни упражнения (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) се препоръчват за намаляване на риска от CVD.	I	A
При лица с добре контролирана хипертония се препоръчва тренировка за резистентност ≥ 3 пъти седмично в допълнение към умерено или енергично аеробно упражнение (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) за намаляване на кръвното налягане и риска от CVD.	I	A
Сред хората със захарен диабет се препоръчва тренировка за устойчивост ≥ 3 пъти седмично в допълнение към умерени или енергични аеробни упражнения (най-малко 30 минути, 5–7 дни седмично) за подобряване на чувствителността към инсулин и постигане на по-добър профил на риска от CVD.	I	A
При лица с неконтролирана хипертония (SBP >160 mmHg) не се препоръчват упражнения с висока интензивност, докато не се постигне контрол на кръвното налягане.	III	C
Препоръки за упражнения при застаряващи лица		
Сред възрастни на 65 или повече години, които са във форма и нямат здравословни състояния, които ограничават тяхната подвижност, се препоръчва аеробно упражнение с умерена интензивност за най-малко 150 минути на седмица.	I	A
При по-стари възрастни с риск от падане се препоръчват упражнения за силова тренировка за подобряване на баланса и координацията най-малко 2 дни в седмицата.	I	B
Препоръки за упражнения при лица с коронарна артериална болест		
Препоръки за упражнения при лица с дългогодишен хроничен коронарен синдром		
Стратификация на риска за нежелани събития, предизвикани от упражнения, се препоръчва при лица с установен (дългогодишен) хроничен коронарен синдром (CCS) преди да се включат в упражнения.	I	C
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с висок риск от нежелани събития, предизвикани от упражнения, или такива с остатъчна исхемия, с изключение на индивидуално препоръчвани спортове за умения.	III	C
Препоръки за връщане към упражнения след остър коронарен синдром		
При всички пациенти с CAD се препоръчва сърдечна рехабилитация на базата на упражнения, за да се намали сърдечната смъртност и рехоспитализация.	I	A
Препоръки за упражнения при млади лица/спортисти с аномален произход на коронарни артерии		
Не се препоръчва участие в повечето състезателни спортове с умерено и висок сърдечно-съдови изисквания сред лица с АОСА с излизане под остър ъгъл или аномален ход между големите съдове	III	C
Препоръки за упражнения/спорт при лица с миокарден мост		
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с миокарден мост и персистираща исхемия или сложни сърдечни аритмии по време на тест с максимално натоварване.	III	C
Препоръки за упражняване при хронична сърдечна недостатъчност		
Препоръки за предписване на упражнения при сърдечна недостатъчност с намалена или междинна фракция на изтласкване		
Препоръчва се редовно обсъждане относно участието в упражнения и осигуряване на индивидуализирана рецепта за упражняване при всички лица със сърдечна недостатъчност.	I	A
Сърдечната рехабилитация на базата на упражнения се препоръчва при всички стабилни лица, за да се подобри капацитетът за упражняване, качеството на живот и да се намали честотата на болничната рехадмисия.	I	A

Продължава

Продължение

Препоръки за участие в спортове при сърдечна недостатъчност		
Преди да се вземе предвид спортна дейност, се препоръчва предварителна оптимизация на контрола и терапията на рисковия фактор за сърдечна недостатъчност, включително имплантиране на устройство (ако е подходящо).	I	C
Спортовете с висока интензивност на енергия и издръжливост не се препоръчват при пациенти с HFrEF, независимо от симптомите.	III	C
Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица със сърдечна недостатъчност със запазена фракция на изтласкване		
Препоръчват се умерени упражнения за издръжливост и динамично съпротивление, заедно с намеса в начина на живот и оптимално лечение на сърдечно-съдови рискови фактори (т.е. артериална хипертония и диабет тип 2).	I	C
Препоръки за упражнения и участие в спорт при пациенти с трансплантация на сърце		
Препоръчва се редовно упражнение при сърдечната рехабилитация, съчетаващо аеробни упражнения с умерена интензивност и резистентност, за да се върне патофизиологията към времето преди трансплантацията, да се намали сърдечно-съдовият риск, предизвикан от лечението след трансплантацията, и да се подобри клиничния клиничен изход.	I	B
Препоръки за упражнения при лица с клапни сърдечни заболявания		
Не се препоръчва участие в състезателни или развлекателни спортове/упражнения с умерен и висок интензитет.	III	C
Не се препоръчва участие във всякакви упражнения за развлечение с умерена или висока интензивност при LVEF ≤50% и/или предизвикани от упражнения аритмии.	III	C
Не се препоръчва участие в състезателни спортове при лица с LVEF <60%	III	C
Не се препоръчва участие в никакъв състезателен спорт или спорт/упражнение за удоволствие с лека до умерена интензивност не се препоръчва при лица с тежка (MVA<1 cm ²) митрална стеноза.	III	C
Препоръки за упражнения и участие в спорт при лица с аортна патология		
Преди да се включите в упражнения, се препоръчва стратификация на риска, с внимателна оценка, включваща висококачествено изобразяване на аортата (CT/CMR) и работна проба с оценка на кръвното налягане.	I	A
Състезателни спортове на се препоръчват при лица, които са с висок риск (Таблица 14).	III	C
Препоръки за упражнения при лица с кардиомиопатия		
Общи препоръки		
Годишна оценка за рискова стратификация се препоръчва при всички лица с кардиомиопатия, които се упражняват редовно	I	C
Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с хипертрофична кардиомиопатия		
Участието в упражнения с висока интензивност (включително развлекателни и състезателни спортове) не се препоръчва при лица, които имат ВСЯКАКВИ маркери с повишен риск [(i) сърдечни симптоми или анамнеза за сърдечен арест или необясним синкоп; (ii) умерен резултат за ESC риск (≥4%) на 5 години; (iii) LVOT градиент в покой >30 mmHg; (iv) абнормен отговор на BP при упражнения; (v) аритмии, предизвикани от упражнения].	III	C
Препоръки за упражнения и спортни участия при лица с аритмогенна кардиомиопатия		
Участието във високоинтензивни развлекателни упражнения/спортове или които и да е състезателни спортове не се препоръчва при лица с ACM, включително тези, които са генно положителни, но фенотип отрицателни.	III	C
Препоръки за упражнения при индивиди с некомпактна кардиомиопатия на лявата камера		
Участието във висок-интензивни упражнения или състезателни спортове не се препоръчва при лица с някое от следните: симптоми, LVEF <40% и/или чести и/или сложни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работна проба.	III	C
Препоръки за упражнения при лица с дилатативна кардиомиопатия		
Участието във упражнения с висока или много висока интензивност, включително състезателни спортове, не се препоръчва за лица с DCM и някоя от следните: (i) симптоми или анамнеза за сърдечен арест или необясним синкоп; (ii) LVEF <45%; (iii) чести и/или сложни VAs при амбулаторно Холтер мониториране или работни тестове; (iv) обширно LGE (> 20%) при CMR; или (v) високо-рисков генотип (ламин A/C или филамин C).	III	C
Препоръки за упражнения при лица с миокардит и перикардит		
След възстановяване от остър миокардит се препоръчва цялостна оценка, като се използват образни изследвания, работен тест и Холтер мониториране, за да се оцени рискът от свързана с упражненията SCD.	I	B
Връщането към всички форми на упражнения, включително състезателни спортове, се препоръчва след 30 дни до 3 месеца в зависимост от клиничната тежест при лица, които са се възстановили напълно от остър перикардит.	I	C
Сред лица с вероятна или окончателна диагноза на скоросен миокардит, участието в развлекателни или състезателни спортове, докато е налице активно възпаление, не се препоръчва.	III	C
Не се препоръчва участие в упражнения с умерена до висока интензивност за период от 3–6 месеца след остър миокардит.	III	B
Участието в упражнения с умерена до висока интензивност, включително състезателни спортове, не се препоръчва при лица с констриктивен перикардит.	III	C

Продължава

Продължение

Препоръки за упражняване при лица с аритмии и имплантируеми сърдечни устройства		
Препоръки за упражнения при лица с предсърдно мъждене		
Препоръчва се редовна физическа активност за предотвратяване на AF.	I	A
Препоръчва се оценка и овладяване на структурни сърдечни заболявания, тиреоидна дисфункция, злоупотреба с алкохол или медикаменти, или други основни причини за AF преди включване в спортуване.	I	A
Аблация на AF се препоръчва при упражняващи се лица с повтарящо се симптомно AF и/или при тези, които не желаят лекарствена терапия, предвид въздействието ѝ върху спортните изпълнения.	I	B
Спортовете с пряк телесен контакт или податливи към травми не се препоръчват за упражняване при лица с AF, които са анти-коагулирани.	III	C
Препоръки за упражнения и участие в спортове при лица с пароксизмална суправентрикуларна тахикардия и преексцитация		
При лица с палпитации се препоръчва цялостна оценка за изключване на (латентна) преексцитация, структурно сърдечно заболяване и VAs.	I	B
Аблацията на допълнителния път се препоръчва при състезателни и развлекателни спортисти с преексцитация и документиран аритмии.	I	C
При състезателни/професионални спортисти с безсимптомна преексцитация се препоръчва EP проучване за оценка на риска от внезапна смърт.	I	B
Препоръки за упражнения при лица с преждевременни камерни съкращения или непродължителна камерна тахикардия		
При упражняване на лица с ≥ 2 PVC в базална ECG (или ≥ 1 PVC в случай на спортисти с висока издръжливост) се препоръчва задълбочена оценка (включително подробна фамилна анамнеза), за да се изключат подлежащи структурни или аритмогенни състояния.	I	C
Сред лица с чести PVCs и непродължителна VT се препоръчва изчерпателно изследване чрез Холтер мониториране, 12-канална ECG, работен тест и подходящо изобразяване	I	C
Препоръки за упражнения при дълъг QT синдром		
Препоръчва се всички упражняващи лица с LQTS с предшествващи симптоми или продължителен QTc да бъдат на терапия с бета-блокери в таргетна доза.	I	B
Препоръчва се упражняващи се лица с LQTS да избягва лекарства, удължаващи QT (www.crediblemeds.org) и електролитен дисбаланс, като хипокалиемия и хипомагнезиемия.	I	B
Участието в развлекателни и състезателни спортове с висока интензивност, дори когато са на бета-блокери, не се препоръчва при лица с QTc >500 ms или генетично потвърден LQTS с QTc ≥ 470 ms при мъже или ≥ 480 ms при жени.	III	B
Участие в състезателни спортове (със или без ICD) не се препоръчва при лица с LQTS и предшествващ сърдечен арест или аритмичен синкоп.	III	C
Препоръки за упражнения при синдром на Brugada		
Имплантация на ICD се препоръчва при пациенти с BrS с епизоди на аритмичен синкоп и/или прекъснат SCD	I	C
Не се препоръчва предписване на лекарства, които могат да влошат BrS, електролитни аномалии и спортни практики, които повишават вътрешната температура $>39^{\circ}\text{C}$ при лица с явен BrS или фенотипни носители на отрицателна мутация.	III	C
Препоръки за упражнения при лица с имплантируеми сърдечни електронни устройства		
Препоръчително е хората с имплантирани устройства със/без ресинхронизация и подлежащо заболяване да следват препоръките, отнасящи се до подлежащата болест.	I	B
ICD не се препоръчва като заместител на препоръките, свързани с болести, когато тези изисквания налагат спортни ограничения.	III	C
Препоръки за упражнения при лица с вродени сърдечни заболявания		
Участие в редовни умерени упражнения се препоръчва при всички лица с CHD.	I	B
Препоръчва се дискусия относно участието в упражнения и предоставянето на индивидуализирана рецепта за упражнения при всяка среща на пациенти с CHD.	I	B
Състезателните спортове не се препоръчват при лица с CHD, които са в клас III–IV по NYHA или с потенциално сериозни аритмии.	III	A
Препоръки за упражнения по време на бременност		
При бременни жени без медицински или акушерски противопоказания се препоръчва участие в най-малко 150 мин/седмица аеробни упражнения с умерена интензивност преди, по време и след бременност.	I	B
Повторна оценка преди продължаване на упражнения или тренировки се препоръчва при бременни жени, ако изпитват прекален задъх, силна болка в гърдите, световъртеж или синкоп, редовни болезнени контракции, вагинално кървене или изтичане на околоплодна течност.	I	A
Сред жените със CVD, които обикновено са се занимавали със силови тренировки или дисциплини по силов спорт преди бременността, се препоръчва обсъждане на възможностите с медицински екип, преди да продължат и да избягват маньовъра на Валсалва.	I	A

Продължава

Продължение

Не се препоръчват упражнения или спорт, включващи силен физически контакт, риск от падане или травма на корема, вдигане на тежести, гмуркане или упражнения на голяма надморска височина, когато са неклиматизирани.	III	C
По време на бременност не се препоръчва енергично упражнение, свързано с максимална прогнозирана сърдечна честота > 90% от прогнозираната сърдечна честота.	III	B
Упражненията, докато лежите в легнало положение на твърда повърхност, не се препоръчват след първия триместър поради риск от намалено венозно връщане и притока на маточна кръв.	III	B
Препоръки за упражнения при хронична бъбречна болест		
Препоръчват се аеробни тренировки с ниска до умерена интензивност (до 150 мин/седмица) и тренировки с ниска до умерена интензивност на съпротивление (2 дни седмично, 8–12 упражнения, 12–15 повторения) и упражнения за гъвкавост при всички лица с CKD.	I	A
Сред пациентите с установена остеоидистрофия/остеопороза или коагулопатии, не се препоръчва участие в контактни спортове.	III	C
Участието в спорт не се препоръчва при следните обстоятелства: електролитни аномалии, скорешни промени в ECG, излишно наддаване на тегло между диализите, промяна или титрация на лекарствения режим, белодробна конгестия и нарастващ периферен оток.	III	C
Препоръки за упражнения при лица с карцином		
Препоръчва се редовно упражнение по време и след терапия на рака, за да се намали свързаната с рака умора и да се подобри качеството на живота, физическата форма и прогнозата.	I	A
При лицата, лекувани с кардиотоксични лекарства, се препоръчва ехокардиография преди участие във високо-интензивни упражнения.	I	A
Препоръки за упражнения при лица с увреждане на гръбначния мозък		
При възрастни с увреждане на гръбначния мозък, участието в 20 минути аеробни упражнения с умерена до енергична интензивност най-малко 3 пъти седмично, заедно с тренировки за съпротива с умерена интензивност 2-3 пъти седмично, се препоръчва за кардиореспираторен фитнес, кардиометаболитно здраве и ползи за мускулната сила.	I	A
Изкуствени методи за предизвикване на автономна дисрефлексия чрез причиняване на умишлена болка в долната половина на тялото ("усилване") чрез запущване на поставен пикочен катетър, прекалено стегнати ремъци за крака и електро-шокове или други методи на болка в гениталиите или долните крайници могат да бъдат живото-застрашаващи и не се препоръчват.	III	C
Препоръки за упражнения при лица с камерни подпомагащи устройства		
Редовното упражнение чрез сърдечна рехабилитация, съчетаващо аеробни упражнения с умерена интензивност и съпротива, се препоръчва при лица с камерни подпомагащи устройства (VAD).	I	A
Не се препоръчват спортове, които потенциално могат да засегнат някой от компонентите на VAD (напр. Чрез телесен контакт).	III	C
Препоръки за физическа активност и спорт при пациенти и спортисти с периферни артериални заболявания		
Препоръчва се пациентите с атеросклеротичен PAD да изпълняват редовни упражнения (най-малко 150 мин/седмица умерени аеробни упражнения или 75 мин/седмица енергични аеробни упражнения или комбинация от тях) като част от стратегията за вторична профилактика.	I	A
При пациенти със симптомна LEAD са показани контролирани тренировъчни програми, включващи ходене до максимално или субмаксимално разстояние за поне 3 часа/седмично.	I	A
Препоръчва се продължаване на състезателните спортове при спортисти с травматична или нетравматична PAD след възстановяване след успешна отворена хирургия или перкутанна реваскуларизация.	I	C

^a Клас на препоръките.^b Ниво на доказателственост.

ACM = аритмогенна кардиомиопатия; AF = предсърдно мъждене; AOCA = аномален произход на коронарни артерии; BP = кръвно налягане; BMI = индекс на телесна маса; BrS = Brugada синдром; CAD = коронарна артериална болест; CCS = хроничен коронарен синдром; CHD = вродена сърдечна болест; CKD = хронична бъбречна болест; CMR, сърдечно-съдов магнитен резонанс; CT = компютърна томография; CV = сърдечно-съдов а/о/и; CVD = сърдечно-съдова болест; EEG = електрокардиограма; EP = електрофизиологичен а/о/и; ESC = European Society of Cardiology (Европейско кардиологично дружество); EP = електрофизиологичен а/о/и; HF = сърдечна болест; HFrEF = сърдечна недостатъчност с намалена изтласкваща фракция; ICD = имплантируем кардиовертер дефибрилатор; LEAD = артериална болест на долните крайници; LQTS = дълъг QT синдром; LVEF = левокамерна изтласкваща фракция; LVOT = левокамерен изтласкващ тракт; MVA = митрална клапа площ; NYHA = New York Heart Association (Нюйоркската сърдечна асоциация); PAD = периферна артериална болест; PVC = преждевременни камерни контракции; SCD = внезапна сърдечна смърт; SBP = систолно кръвно налягане; VA = камерна аритмия; VAD = камерно устройство за подпомагане; VT = камерна тахикардия.

10. Допълнителни данни

Допълнителни данни с допълнителни фигури, таблици, и текст, допълващ пълния текст, са достъпни в уебсайта на *European Heart Journal* и чрез уебсайта на ESC на www.escardio.org/guidelines.

11. Приложение

Автор/Принадлежности на членовете на работната група:
Sabiha Gati, Faculty of Medicine, National Heart & Lung Institute, Imperial College, London, United Kingdom and Cardiology, Royal Brompton & Harefield Hospital NHS Foundation Trust, London, United Kingdom; **Maria Bäck**, Unit of Physiotherapy, Department of Health, Medicine and

Caring Sciences, Linköping University, Linköping, Sweden, and Department of Molecular and Clinical Medicine, Institute of Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, and Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden; **Mats Börjesson**, Department of Molecular and Clinical Medicine, Institute of Medicine, Sahlgrenska Academy, University of Gothenburg, and Sahlgrenska University Hospital, Gothenburg, Sweden, and Center for Health and Performance, Department of Food, Nutrition and Sports Science, Gothenburg University, Gothenburg, Sweden; **Stefano Caselli**, Cardiovascular Center Zurich, Hirslanden Klinik im Park, Zurich, Switzerland; **Jean-Philippe Collet**, Sorbonne Université, Institut de Cardiologie, Hôpital Pitié-Salpêtrière (APHP), Paris, France; **Domenico Corrado**, Cardiac, Thoracic and Vascular Sciences, University of Padova, Padova, Italy; **Jonathan A. Drezner**, University of Washington, Seattle, United States of America; **Martin Halle**, Prevention and Sports Medicine, Klinikum rechts der Isar, Technical University of Munich, Munich, Germany; **Dominique Hansen**, Hasselt University, BIOMED/REVAL/Heart Centre Hasselt, Jessa Hospital, Hasselt, Belgium; **Hein Heidbuchel**, Cardiology, University Hospital Antwerp and Antwerp University, Antwerp, Belgium; **Jonathan Myers**, Cardiology Division, VA Palo Alto Health Care System, Palo Alto, California, United States of America and Cardiology Division, Stanford University, Palo Alto, California, United States of America; **Josef Niebauer**, University Institute of Sports Medicine, Prevention and Rehabilitation, Paracelsus Medical University, Salzburg, Austria and Ludwig Boltzmann Institute for Digital Health and Prevention, Salzburg, Austria; **Michael Papadakis**, Cardiology Clinical Academic Group, St George's, University of London, London, United Kingdom; **Massimo Francesco Piepoli**, Heart Failure Unit, Cardiology, Guglielmo da Saliceto Hospital and University of Parma, Piacenza, Italy; **Eva Prescott**, Department of Cardiology, Bispebjerg University Hospital, Copenhagen, Denmark; **Jolien W. Roos-Hesselink**, Department of Cardiology, Erasmus MC, Rotterdam, Netherlands; **A. Graham Stuart**, Congenital Heart Unit, Bristol Heart Institute, Bristol, United Kingdom; **Rod S. Taylor**, University of Glasgow, Glasgow, Scotland, United Kingdom; **Paul D. Thompson**, Division of Cardiology, Hartford Hospital, Hartford, Connecticut, United States of America; **Monica Tiberi**, Department of Health-Sport Medicine, Azienda Unica Regionale Marche, Area Vasta 1, Pesaro, Italy; **Luc Vanhees**, Rehabilitation Sciences, Kuleuven, Leuven, Belgium; and Matthias Wilhelm, Department of Cardiology, Inselspital, University Hospital Bern, University of Bern, Bern, Switzerland.

Комитет за практически препоръки (ESC Committee for Practice Guidelines, CPG): Stephan Windecker (Chairperson) (Switzerland), Victor Aboyans (France), Colin Baigent (United Kingdom), Jean-Philippe Collet (France), Veronica Dean (France), Victoria Delgado (Netherlands), Donna Fitzsimons (United Kingdom), Chris P. Gale (United Kingdom), Diederick E. Grobbee (Netherlands), Sigrun Halvorsen (Norway), Gerhard Hindricks (Germany), Bernard Jung (France), Peter Ju'ni (Canada), Hugo A. Katus (Germany), Ulf Landmesser (Germany), Christophe Leclercq (France), Maddalena Lettino (Italy), Basil S. Lewis (Israel), Béla Merkely (Hungary), Christian Mueller (Switzerland), Steffen E. Petersen (United Kingdom), Anna Sonia Petronio (Italy), Dimitrios J. Richter (Greece), Marco Roffi (Switzerland), Evgeny Shlyakhto (Russian Federation), Iain A. Simpson (United Kingdom), Miguel Sousa-Uva (Portugal), and Rhian M. Touyz (United Kingdom).

Национални кардиологични дружества (ESC National Cardiac Societies SC National Cardiac Societies) активно включени в ревизионния процес на 2020 ESC Guidelines on Sports Cardiology and Exercise in Patients with Cardiovascular Disease: **Algeria:** Algerian Society of Cardiology, Mohamed Tahmi; **Armenia:** Armenian Cardiologists Association, Parounak H. Zelveian; **Austria:** Austrian Society of Cardiology, Thomas Berger; **Azerbaijan:** Azerbaijan Society of Cardiology, Rahima Gabulova; **Belarus:** Belorussian Scientific Society of Cardiologists, Svetlana Sudzhaeva; **Belgium:** Belgian Society of Cardiology, Patrizio Lancellotti; **Bosnia and Herzegovina:** Association of Cardiologists of Bosnia and Herzegovina, Šekib Sokolović; **Bulgaria:** Bulgarian Society of Cardiology, Ivan Gruiev; **Croatia:** Croatian Cardiac Society, Vedran Velagic; **Cyprus:** Cyprus Society of Cardiology, Evagoras Nicolaides; **Czech Republic:** Czech Society of Cardiology, Vladimír Tuka; **Denmark:** Danish Society of Cardiology, Hanne Rasmussen; **Egypt:** Egyptian Society of Cardiology, Hazem Khamis; **Estonia:** Estonian Society of Cardiology, Margus Viigimaa; **Finland:** Finnish Cardiac Society, Jari A. Laukkanen; **France:** French Society of Cardiology, Gilles Bosser; **Germany:** German Cardiac Society, Rainer Hambrecht; **Greece:** Hellenic Society of Cardiology, Alexandros Kasiakogias; **Hungary:** Hungarian Society of Cardiology, Béla Merkely; **Iceland:** Icelandic Society of Cardiology, Gunnar Thor Gunnarsson; **Ireland:** Irish Cardiac Society, Brendan McAdam; **Israel:** Israel Heart Society, Andre Keren; **Italy:** Italian Federation of Cardiology, Pasquale Perrone-Filardi; **Kosovo (Republic of):** Kosovo Society of Cardiology, Gani Bajraktari; **Kyrgyzstan:** Kyrgyz Society of Cardiology, Erkin Mirrakhimov; **Latvia:** Latvian Society of Cardiology, Sandra RozenSstoka; **Lithuania:** Lithuanian Society of Cardiology, Germanas Marinskis; **Luxembourg:** Luxembourg Society of Cardiology, Cristiana Banu; **Malta:** Maltese Cardiac Society, Mark Abela; **Moldova (Republic of):** Moldavian Society of Cardiology, Eleonora Vataman; **Montenegro:** Montenegro Society of Cardiology, Natasa Belada; **Morocco:** Moroccan Society of Cardiology, Hasnaa Belghiti; **Netherlands:** Netherlands Society of Cardiology, Harald Thune Jorstad; **North Macedonia:** North Macedonian Society of Cardiology, Elizabeta Srbinovska Kostovska; **Norway:** Norwegian Society of Cardiology, Kristina Haugaa; **Poland:** Polish Cardiac Society, Renata Głowczyńska; **Portugal:** Portuguese Society of Cardiology, Helder Does; **Romania:** Romanian Society of Cardiology, Florin Mitu; **Russian Federation:** Russian Society of Cardiology, Andrey Smolensky; **San Marino:** San Marino Society of Cardiology, Marina Foscoli; **Serbia:** Cardiology Society of Serbia, Ivana Nedeljkovic; **Slovakia:** Slovak Society of Cardiology, Stefan Farsky; **Slovenia:** Slovenian Society of Cardiology, Zlatko Fras; **Spain:** Spanish Society of Cardiology, Araceli Boraita; **Sweden:** Swedish Society of Cardiology, Peder Sörenssen; **Switzerland:** Swiss Society of Cardiology, Christian Schmied; **Syrian Arab Republic:** Syrian Cardiovascular Association, Walid Bsata; **Tunisia:** Tunisian Society of Cardiology and Cardio-Vascular Surgery, Lilia Zakhama; **Turkey:** Turkish Society of Cardiology, Mehmet Uzun; **Ukraine:** Ukrainian Association of Cardiology, Elena Nesukay; **United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland:** British Cardiovascular Society, Dhruvo Rakhit.

12. Източници

1. Pelliccia A, Fagard R, Bjornstad HH, Anastassakis A, Arbustini E, Assanelli D, Biffi A, Borjesson M, Carre F, Corrado D, Delise P, Dorwarth U, Hirth A,

- Heidbuchel H, Hoffmann E, Mellwig KP, Panhuyzen-Goedkoop N, Pisani A, Solberg EE, van-Buuren F, Vanhees L, Blomstrom-Lundqvist C, Deligiannis A, Dugmore D, Glikson M, Hoff PI, Hoffmann A, Hoffmann E, Horstkotte D, Nordrehaug JE, Oudhof J, McKenna WJ, Penco M, Priori S, Reybrouck T, Senden J, Spataro A, Thiene G. Recommendations for competitive sports participation in athletes with cardiovascular disease: a consensus document from the Study Group of Sports Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005;**26**:1422-1445.
2. Borjesson M, Dellborg M. Exercise testing post-MI: still worthwhile in the interventional era. *Eur Heart J* 2005;**26**:105-106.
3. Pelliccia A, Solberg EE, Papadakis M, Adami PE, Biffi A, Caselli S, La Gerche A, Niebauer J, Pressler A, Schmied CM, Serratos L, Halle M, Van Buuren F, Borjesson M, Carre F, Panhuyzen-Goedkoop NM, Heidbuchel H, Olivetto I, Corrado D, Sinagra G, Sharma S. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopathies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J* 2019;**40**:19-33.
4. Marijon E, Uy-Evanado A, Reinier K, Teodorescu C, Narayanan K, Jouven X, Gunson K, Jui J, Chugh SS. Sudden cardiac arrest during sports activity in middle age. *Circulation* 2015;**131**:1384-1391.
5. Chugh SS, Weiss JB. Sudden cardiac death in the older athlete. *J Am Coll Cardiol* 2015;**65**:493-502.
6. Piepoli MF, Hoes AW, Agewall S, Albus C, Brotons C, Catapano AL, Cooney MT, Corra U, Cosyns B, Deaton C, Graham I, Hall MS, Hobbs FDR, Lochen M-L, Lollgen H, Marques-Vidal P, Perk J, Prescott E, Redon J, Richter DJ, Sattar N, Smulders Y, Tiberi M, van der Worp HB, van Dis I, Verschuren WMM, Binnos S. 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: the Sixth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice. *Eur Heart J* 2016;**37**:2315-2381.
7. Mandsager K, Harb S, Cremer P, Phelan D, Nissen SE, Jaber W. Association of cardiorespiratory fitness with long-term mortality among adults undergoing exercise treadmill testing. *JAMA Netw Open* 2018;**1**:e183605.
8. Shiroma EJ, Lee I-M. Physical activity and cardiovascular health: lessons learned from epidemiological studies across age, gender, and race/ethnicity. *Circulation* 2010;**122**:743-752.
9. Radford NB, DeFina LF, Leonard D, Barlow CE, Willis BL, Gibbons LW, Gilchrist SC, Khera A, Levine BD. Cardiorespiratory fitness, coronary artery calcium, and cardiovascular disease events in a cohort of generally healthy middle-age men: results from the Cooper Center Longitudinal Study. *Circulation* 2018;**137**:1888-1895.
10. Shah RV, Murthy VL, Colangelo LA, Reis J, Venkatesh BA, Sharma R, Abbasi SA, Goff DCJ, Carr JJ, Rana JS, Terry JG, Bouchard C, Sarzynski MA, Eisman A, Neilan T, Das S, Jerosch-Herold M, Lewis CE, Carnethon M, Lewis GD, Lima JAC. Association of fitness in young adulthood with survival and cardiovascular risk: the Coronary Artery Risk Development in Young Adults (CARDIA) study. *JAMA Intern Med* 2016;**176**:87-95.
11. Hussain N, Gersh BJ, Gonzalez Carta K, Sydo N, Lopez-Jimenez F, Kopecky SL, Thomas RJ, Asirvatham SJ, Allison TG. Impact of cardiorespiratory fitness on frequency of atrial fibrillation, stroke, and all-cause mortality. *Am J Cardiol* 2018;**121**:41-49.
12. Juraschek SP, Blaha MJ, Whelton SP, Blumenthal R, Jones SR, Keteyian SJ, Schairer J, Bawner CA, Al-Mallah MH. Physical fitness and hypertension in a population at risk for cardiovascular disease: the Henry Ford Exercise Testing (FIT) Project. *J Am Heart Assoc* 2014;**3**:e001268.
13. Juraschek SP, Blaha MJ, Blumenthal RS, Bawner C, Qureshi W, Keteyian SJ, Schairer J, Ehrman JK, Al-Mallah MH. Cardiorespiratory fitness and incident diabetes: the FIT (Henry Ford Exercise Testing) Project. *Diabetes Care* 2015;**38**:1075-1081.
14. Vainshelboim B, Muller J, Lima RM, Nead KT, Chester C, Chan K, Kokkinos P, Myers J. Cardiorespiratory fitness and cancer incidence in men. *Ann Epidemiol* 2017;**27**:442-447.
15. Powell KE, King AC, Buchner DM, Campbell WW, DiPietro L, Erickson KI, Hillman CH, Jakicic JM, Janz KF, Katzmarzyk PT, Kraus WE, Macko RF, Marquez DX, McTiernan A, Pate RR, Pescatello LS, Whitt-Glover MC. The Scientific Foundation for the Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd Edition. *J Phys Act Health* 2018;**1**:11.
16. Kyu HH, Bachman VF, Alexander LT, Mumford JE, Afshin A, Estep K, Veerman JL, Delwiche K, Iannarone ML, Moyer ML, Cercy K, Vos T, Murray CJL, Forouzanfar MH. Physical activity and risk of breast cancer, colon cancer, diabetes, ischemic heart disease, and ischemic stroke events: systematic review and dose-response meta-analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *BMJ* 2016;**354**:i3857.
17. Harmon KG, Asif IM, Maleszewski JJ, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Zigman ML, Ellenbogen R, Rao AL, Ackerman MJ, Drezner JA. Incidence, cause, and comparative frequency of sudden cardiac death in national collegiate athletic association athletes: a decade in review. *Circulation* 2015;**132**:10-19.
18. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 2009;**119**:1085-1092.
19. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol* 2003;**42**:1959-1963.
20. Maron BJ, Friedman RA, Kligfield P, Levine BD, Viskin S, Chaitman BR, Okin PM, Saul JP, Salberg L, Van Hare GF, Soliman EZ, Chen J, Matherne GP, Bolling SF, Mitten MJ, Caplan A, Balady GJ, Thompson PD. Assessment of the 12-lead electrocardiogram as a screening test for detection of cardiovascular disease in healthy general populations of young people (12-25 years of age): a scientific statement from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2014;**64**:1479-1514.
21. Corrado D, Pelliccia A, Bjornstad HH, Vanhees L, Biffi A, Borjesson M, Panhuyzen-Goedkoop N, Deligiannis A, Solberg E, Dugmore D, Mellwig KP, Assanelli D, Delise P, van-Buuren F, Anastasakis A, Heidbuchel H, Hoffmann E, Fagard R, Priori SG, Basso C, Arbustini E, Blomstrom-Lundqvist C, McKenna WJ, Thiene G. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes for prevention of sudden death: proposal for a common European protocol. Consensus statement of the Study Group of Sport Cardiology of the Working Group of Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology and the Working Group of Myocardial and Pericardial Diseases of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2005;**26**:516-524.
22. Drezner JA, O'Connor FG, Harmon KG, Fields KB, Asplund CA, Asif IM, Price DE, Dimeff RJ, Bernhardt DT, Roberts WO. AMSSM position statement on cardiovascular preparticipation screening in athletes: current evidence, knowledge gaps, recommendations and future directions. *Br J Sports Med* 2017;**51**:153-167.
23. Ljungqvist A, Jenouire P, Engebretsen L, Alonso JM, Bahr R, Clough A, De Bondt G, Dvorak J, Maloley R, Matheson G, Meeuwisse W, Meijboom E, Mountjoy M, Pelliccia A, Schweltnus M, Sprumont D, Schamasch P, Gauthier J-B, Dubi C, Stupp H, Thill C. The International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on periodic health evaluation of elite athletes, March 2009. *Br J Sports Med* 2009;**43**:631-643.
24. Hainline B, Drezner JA, Baggish A, Harmon KG, Emery MS, Myerburg RJ, Sanchez E, Molossi S, Parsons JT, Thompson PD. Interassociation consensus statement on cardiovascular care of college student-athletes. *J Am Coll Cardiol* 2016;**67**:2981-2995.
25. Preparticipation Physical Evaluation, 4th Edition [online]. American Academy of Family Physicians et al; 2010. Available from: <https://ebooks.aappublications.org/content/9781581104882/9781581104882>.
26. Maron BJ, Levine BD, Washington RL, Baggish AL, Kovacs RJ, Maron MS. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 2: Preparticipation screening for cardiovascular disease in competitive athletes: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2015;**132**:e267-72.
27. Peterson DF, Siebert DM, Kucera KL, Thomas LC, Maleszewski JJ, Lopez-Anderson M, Suchsland MZ, Harmon KG, Drezner JA. Etiology of sudden cardiac arrest and death in US competitive athletes: a 2-year prospective surveillance study. *Clin J Sport Med*; doi:10.1097/JSM.0000000000000598. Published online ahead of print, 2018 Apr 9.
28. Finocchiaro G, Papadakis M, Robertus J-L, Dhutia H, Steriotis AK, Tome M, Mellor G, Merghani A, Malhotra A, Behr E, Sharma S, Sheppard MN. Etiology of sudden death in sports: insights from a United Kingdom regional registry. *J Am Coll Cardiol* 2016;**67**:2108-2115.
29. Eckart RE, Shry EA, Burke AP, McNear JA, Appel DA, Castillo-Rojas LM, Avedissian L, Pearce LA, Potter RN, Tremaine L, Gentles PJ, Huffer L, Reich SS, Stevenson WG. Sudden death in young adults: an autopsy-based series of a population undergoing active surveillance. *J Am Coll Cardiol* 2011;**58**:1254-1261.
30. Solberg EE, Borjesson M, Sharma S, Papadakis M, Wilhelm M, Drezner JA, Harmon KG, Alonso JM, Heidbuchel H, Dugmore D, Panhuyzen-Goedkoop NM, Mellwig

- K-P, Carre F, Rasmussen H, Niebauer J, Behr ER, Thiene G, Sheppard MN, Basso C, Corrado D. Sudden cardiac arrest in sports -need for uniform registration: a position paper from the Sport Cardiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol* 2016;**23**:657-667.
31. Maron BJ, Thompson PD, Ackerman MJ, Balady G, Berger S, Cohen D, Dimeff R, Douglas PS, Glover DW, Hutter AMJ, Krauss MD, Maron MS, Mitten MJ, Roberts WO, Puffer JC. Recommendations and considerations related to preparticipation screening for cardiovascular abnormalities in competitive athletes: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;**115**:1455-1643.
 32. Drezner JA, Peterson DF, Siebert DM, Thomas LC, Lopez-Anderson M, Suchsland MZ, Harmon KG, Kucera KL. Survival after exercise-related sudden cardiac arrest in young athletes: can we do better? *Sports Health* 2019;**11**:91-98.
 33. McKinney J, Velghe J, Fee J, Isserow S, Drezner JA. Defining athletes and exercisers. *Am J Cardiol* 2019;**123**:532-535.
 34. Giri S, Thompson PD, Kiernan FJ, Clive J, Fram DB, Mitchel JF, Hirst JA, McKay RG, Waters DD. Clinical and angiographic characteristics of exertion-related acute myocardial infarction. *JAMA* 1999;**282**:1731-1736.
 35. Thompson PD. Exercise prescription and proscription for patients with coronary artery disease. *Circulation* 2005;**112**:2354-2363.
 36. Marijon E, Uy-Evanado A, Dumas F, Karam N, Reinier K, Teodorescu C, Narayanan K, Gunson K, Jui J, Jouven X, Chugh SS. Warning symptoms are associated with survival from sudden cardiac arrest. *Ann Intern Med* 2016;**164**:23-29.
 37. Nehme Z, Bernard S, Andrew E, Cameron P, Bray JE, Smith K. Warning symptoms preceding out-of-hospital cardiac arrest: do patient delays matter? *Resuscitation* 2018;**123**:65-70.
 38. Kim JH, Malhotra R, Chiampas G, d'Hemecourt P, Troyanos C, Cianca J, Smith RN, Wang TJ, Roberts WO, Thompson PD, Baggish AL. Cardiac arrest during long-distance running races. *N Engl J Med* 2012;**366**:130-140.
 39. Drezner JA, Rao AL, Heistand J, Bloomingdale MK, Harmon KG. Effectiveness of emergency response planning for sudden cardiac arrest in United States high schools with automated external defibrillators. *Circulation* 2009;**120**:518-525.
 40. Roberts WO, Stovitz SD. Incidence of sudden cardiac death in Minnesota high school athletes 1993-2012 screened with a standardized pre-participation evaluation. *J Am Coll Cardiol* 2013;**62**:1298-1301.
 41. Harmon KG, Asif IM, Klossner D, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac death in National Collegiate Athletic Association athletes. *Circulation* 2011;**123**:1594-1600.
 42. Holst AG, Winkel BG, Theilade J, Kristensen IB, Thomsen JL, Ottesen GL, Svendsen JH, Haunso S, Prescott E, Tfelt-Hansen J. Incidence and etiology of sports-related sudden cardiac death in Denmark -implications for preparticipation screening. *Heart Rhythm* 2010;**7**:1365-1371.
 43. Risgaard B, Winkel BG, Jabbari R, Glinge C, Ingemann-Hansen O, Thomsen JL, Ottesen GL, Haunso S, Holst AG, Tfelt-Hansen J. Sports-related sudden cardiac death in a competitive and a noncompetitive athlete population aged 12 to 49 years: data from an unselected nationwide study in Denmark. *Heart Rhythm* 2014;**11**:1673-1681.
 44. Risgaard B, Tfelt-Hansen J, Winkel BG. Sports-related sudden cardiac death: how to prove an effect of preparticipation screening? *Heart Rhythm* 2016;**13**:1560-1562.
 45. Drezner JA, Harmon KG, Marek JC. Incidence of sudden cardiac arrest in Minnesota high school student athletes: the limitations of catastrophic insurance claims. *J Am Coll Cardiol* 2014;**63**:1455-1456.
 46. Maron BJ, Haas TS, Murphy CJ, Ahluwalia A, Rutten-Ramos S. Incidence and causes of sudden death in U.S. college athletes. *J Am Coll Cardiol* 2014;**63**:1636-1643.
 47. Maron BJ, Gohman TE, Aeppli D. Prevalence of sudden cardiac death during competitive sports activities in Minnesota high school athletes. *J Am Coll Cardiol* 1998;**32**:1881-1884.
 48. Van Camp SP, Bloor CM, Mueller FO, Cantu RC, Olson HG. Nontraumatic sports death in high school and college athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1995;**27**:641-647.
 49. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Rutten-Ramos SC. Incidence of cardiovascular sudden deaths in Minnesota high school athletes. *Heart Rhythm* 2013;**10**:374-377.
 50. Harmon K, Asif I, Ellenbogen R, Drezner J. The incidence of sudden cardiac arrest and death in United States high school athletes. *Br J Sports Med [Internet]* 2014;**48**:605.
 51. Toresdahl BG, Rao AL, Harmon KG, Drezner JA. Incidence of sudden cardiac arrest in high school student athletes on school campus. *Heart Rhythm* 2014;**11**:1190-1194.
 52. Maron BJ. Sudden death in young athletes. *N Engl J Med* 2003;**349**:1064-1075.
 53. de Noronha SV, Sharma S, Papadakis M, Desai S, Whyte G, Sheppard MN. Aetiology of sudden cardiac death in athletes in the United Kingdom: a pathological study. *Heart* 2009;**95**:1409-1414.
 54. Suarez-Mier MP, Aguilera B, Mosquera RM, Sanchez-de-Leon MS. Pathology of sudden death during recreational sports in Spain. *Forensic Sci Int* 2013;**226**:188-196.
 55. Ullal AJ, Abdelfattah RS, Ashley EA, Froelicher VF. Hypertrophic cardiomyopathy as a cause of sudden cardiac death in the young: a meta-analysis. *Am J Med* 2016;**129**:486-496.e2.
 56. Thiene G, Rizzo S, Schiavon M, Maron MS, Zorzi A, Corrado D, Maron BJ, Basso C. Structurally normal hearts are uncommonly associated with sudden deaths in athletes and young people. *J Am Coll Cardiol* 2019;**73**:3031-3032.
 57. Corrado D, Basso C, Pavei A, Michieli P, Schiavon M, Thiene G. Trends in sudden cardiovascular death in young competitive athletes after implementation of a preparticipation screening program. *JAMA* 2006;**296**:1593-1601.
 58. Malhotra A, Dhutia H, Finocchiaro G, Gati S, Beasley I, Clift P, Cowie C, Kenny A, Mayet J, Oxborough D, Patel K, Pielek G, Rakshit D, Ramsdale D, Shapiro L, Somauroo J, Stuart G, Varnava A, Walsh J, Yousef Z, Tome M, Papadakis M, Sharma S. Outcomes of cardiac screening in adolescent soccer players. *N Engl J Med* 2018;**379**:524-534.
 59. Fuller CM, McNulty CM, Spring DA, Arger KM, Bruce SS, Chrysos BE, Drummer EM, Kelley FP, Newmark MJ, Whipple GH. Prospective screening of 5,615 high school athletes for risk of sudden cardiac death. *Med Sci Sports Exerc* 1997;**29**:1131-1138.
 60. Wilson MG, Basavarajiah S, Whyte GP, Cox S, Loosemore M, Sharma S. Efficacy of personal symptom and family history questionnaires when screening for inherited cardiac pathologies: the role of electrocardiography. *Br J Sports Med* 2008;**42**:207-211.
 61. Bessem B, Groot FP, Nieuwland W. The Lausanne recommendations: a Dutch experience. *Br J Sports Med* 2009;**43**:708-715.
 62. Hevia AC, Fernandez MM, Palacio JMA, Martin EH, Castro MG, Reguero JJR. ECG as a part of the preparticipation screening programme: an old and still present international dilemma. *Br J Sports Med* 2011;**45**:776-779.
 63. Baggish AL, Hutter AMJ, Wang F, Yared K, Weiner RB, Kupperman E, Picard MH, Wood MJ. Cardiovascular screening in college athletes with and without electrocardiography: a cross-sectional study. *Ann Intern Med* 2010;**152**:269-275.
 64. Fudge J, Harmon KG, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Asif IM, Haruta A, Pelto H, Rao AL, Toresdahl BG, Drezner JA. Cardiovascular screening in adolescents and young adults: a prospective study comparing the Pre-participation Physical Evaluation Monograph 4th Edition and ECG. *Br J Sports Med* 2014;**48**:1172-1178.
 65. Drezner JA, Prutkin JM, Harmon KG, O'Kane JW, Pelto HF, Rao AL, Hassebrock JD, Petek BJ, Teteak C, Timonen M, Zigman M, Owens DS. Cardiovascular screening in college athletes. *J Am Coll Cardiol* 2015;**65**:2353-2355.
 66. Mittleman MA, Maclure M, Tofler GH, Sherwood JB, Goldberg RJ, Muller JE. Triggering of acute myocardial infarction by heavy physical exertion. Protection against triggering by regular exertion. Determinants of Myocardial Infarction Onset Study Investigators. *N Engl J Med* 1993;**329**:1677-1683.
 67. Siscovick DS, Weiss NS, Fletcher RH, Lasky T. The incidence of primary cardiac arrest during vigorous exercise. *N Engl J Med* 1984;**311**:874-877.
 68. Waller BF, Roberts WC. Sudden death while running in conditioned runners aged 40 years or over. *Am J Cardiol* 1980;**45**:1292-1300.
 69. Noakes TD, Opie LH, Rose AG, Kleynhans PH, Schepers NJ, Dowdeswell R. Autopsy-proved coronary atherosclerosis in marathon runners. *N Engl J Med* 1979;**301**:86-89.
 70. Marijon E, Tafflet M, Celermajer DS, Dumas F, Perier M-C, Mustafic H, Toussaint J-F, Desnos M, Rieu M, Benamer N, Le Heuzey J-Y, Empana J-P, Jouven X. Sports-related sudden death in the general population. *Circulation* 2011;**124**:672-681.
 71. Maron BJ, Zipes DP, Kovacs RJ. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: preamble, principles, and general considerations: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2015;**66**:2343-2349.

72. Zeltser I, Cannon B, Silvana L, Fenrich A, George J, Schleifer J, Garcia M, Barnes A, Rivenes S, Patt H, Rodgers G, Scott W. Lessons learned from preparticipation cardiovascular screening in a state funded program. *Am J Cardiol* 2012;**110**:902-908.
73. Dunn TP, Pickham D, Aggarwal S, Saini D, Kumar N, Wheeler MT, Perez M, Ashley E, Froelicher VF. Limitations of current AHA guidelines and proposal of new guidelines for the preparticipation examination of athletes. *Clin J Sport Med* 2015;**25**:472-477.
74. Drezner JA, Owens DS, Prutkin JM, Salerno JC, Harmon KG, Prosser S, Clark A, Asif IM. Electrocardiographic screening in national collegiate athletic association athletes. *Am J Cardiol* 2016;**118**:754-759.
75. Williams EA, Pelto HF, Toresdahl BG, Prutkin JM, Owens DS, Salerno JC, Harmon KG, Drezner JA. Performance of the American Heart Association (AHA) 14-point evaluation versus electrocardiography for the cardiovascular screening of high school athletes: a prospective study. *J Am Heart Assoc* 2019;**8**:e012235.
76. Price DE, McWilliams A, Asif IM, Martin A, Elliott SD, Dulin M, Drezner JA. Electrocardiography-inclusive screening strategies for detection of cardiovascular abnormalities in high school athletes. *Heart Rhythm* 2014;**11**:442-449.
77. Rizzo M, Spataro A, Cecchetelli C, Quaranta F, Livrieri S, Sperandii F, Cifra B, Borriore P, Pigozzi F. Structural cardiac disease diagnosed by echocardiography in asymptomatic young male soccer players: implications for pre-participation screening. *Br J Sports Med* 2012;**46**:371-373.
78. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA, Coke LA, Fleg JL, Forman DE, Gerber TC, Gulati M, Madan K, Rhodes J, Thompson PD, Williams MA. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;**128**:873-934.
79. Gianrossi R, Detrano R, Mulvihill D, Lehmann K, Dubach P, Colombo A, McArthur D, Froelicher V. Exercise-induced ST depression in the diagnosis of coronary artery disease. A meta-analysis. *Circulation* 1989;**80**:87-98.
80. Corrado D, Schmied C, Basso C, Borjesson M, Schiavon M, Pelliccia A, Vanhees L, Thiene G. Risk of sports: do we need a pre-participation screening for competitive and leisure athletes? *Eur Heart J* 2011;**32**:934-944.
81. Mont L, Pelliccia A, Sharma S, Biffi A, Borjesson M, Brugada Terradellas J, Carre F, Guasch E, Heidbuchel H, La Gerche A, Lampert R, McKenna W, Papadakis M, Priori SG, Scanavacca M, Thompson P, Sticherling C, Viskin S, Wilson M, Corrado D, Lip GY, Gorenek B, Blomstrom Lundqvist C, Merkely B, Hindricks G, Hernandez-Madrid A, Lane D, Boriani G, Narasimhan C, Marquez MF, Haines D, Mackall J, Manuel Marques-Vidal P, Corra U, Halle M, Tiberi M, Niebauer J, Piepoli M. Pre-participation cardiovascular evaluation for athletic participants to prevent sudden death: position paper from the EHRA and the EACPR, branches of the ESC. *Eur J Prev Cardiol* 2017;**24**:41-69.
82. Guazzi M, Adams V, Conraads V, Halle M, Mezzani A, Vanhees L, Arena R, Fletcher GF, Forman DE, Kitzman DW, Lavie CJ, Myers J. EACPR/AHA scientific statement. Clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Circulation* 2012;**126**:2261-2274.
83. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985;**100**:126-131.
84. Vanhees L, De Sutter J, Geladas N, Doyle F, Prescott E, Cornelissen V, Kouidi E, Dugmore D, Vanuzzo D, Borjesson M, Doherty P. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in defining the benefits to cardiovascular health within the general population: recommendations from the EACPR. Part I. *Eur J Prev Cardiol* 2012;**19**:670-686.
85. Vanhees L, Geladas N, Hansen D, Kouidi E, Niebauer J, Reiner Z, Cornelissen V, Adamopoulos S, Prescott E, Borjesson M, Bjarnason-Wehrens B, Bjornstad HH, Cohen-Solal A, Conraads V, Corrado D, De Sutter J, Doherty P, Doyle F, Dugmore D, Ellingsen O, Fagard R, Giada F, Gielen S, Hager A, Halle M, Heidbuchel H, Jegier A, Mazic S, McGee H, Mellwig KP, Mendes M, Mezzani A, Pattyn N, Pelliccia A, Piepoli M, Rauch B, Schmidt-Trucksass A, Takken T, van Buuren F, Vanuzzo D. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health in individuals with cardiovascular risk factors: recommendations from the EACPR. Part II. *Eur J Prev Cardiol* 2012;**19**:1005-1033.
86. Tjonna AE, Stolen TO, Bye A, Volden M, Slordahl SA, Odegard R, Skogvoll E, Wisloff U. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)* 2009;**116**:317-326.
87. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjonna AE, Stolen T, Loennechen JP, Hansen HEM, Haram PM, Heinrich G, Bye A, Najjar SM, Smith GL, Slordahl SA, Kemi OJ, Wisloff U. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci (Lond)* 2008;**115**:283-293.
88. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation* 1999;**99**:963-972.
89. Lavie CJ, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Milani RV. Exercise training and cardiac rehabilitation in primary and secondary prevention of coronary heart disease. *Mayo Clin Proc* 2009;**84**:373-383.
90. Franckowiak SC, Dobrosielski DA, Reilley SM, Walston JD, Andersen RE. Maximal heart rate prediction in adults that are overweight or obese. *J Strength Cond Res* 2011;**25**:1407-1412.
91. Vanhees L, Stevens A. Exercise intensity: a matter of measuring or of talking? *J Cardiopulm Rehabil* 2006;**26**:78-79.
92. Myers J, Hadley D, Oswald U, Bruner K, Kottman W, Hsu L, Dubach P. Effects of exercise training on heart rate recovery in patients with chronic heart failure. *Am Heart J* 2007;**153**:1056-1063.
93. Tabet J-Y, Meurin P, Ben Driss A, Thabut G, Weber H, Renaud N, Odjinkem N, Solal AC. Determination of exercise training heart rate in patients on beta-blockers after myocardial infarction. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;**13**:538-543.
94. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekellund U, Fox KR, Gately P, Giles-Corti B, Gill JMR, Hamer M, McDermott I, Murphy M, Mutrie N, Reilly JJ, Saxton JM, Stamatakis E. The ABC of physical activity for health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci* 2010;**28**:573-591.
95. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ* 2006;**174**:801-809.
96. Thomaes T, Thomis M, Onkelinx S, Goetschalckx K, Fagard R, Lambrechts D, Vanhees L. Genetic predisposition scores associate with muscular strength, size, and trainability. *Med Sci Sports Exerc* 2013;**45**:1451-1459.
97. Gibson OR, Taylor L, Watt PW, Maxwell NS. Cross-adaptation: heat and cold adaptation to improve physiological and cellular responses to hypoxia. *Sports Med* 2017;**47**:1751-1768.
98. Tjonna AE, Lee SJ, Rognmo O, Stolen TO, Bye A, Haram PM, Loennechen JP, Al-Share QY, Skogvoll E, Slordahl SA, Kemi OJ, Najjar SM, Wisloff U. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation* 2008;**118**:346-354.
99. Arena R, Myers J, Forman DE, Lavie CJ, Guazzi M. Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure? *Heart Fail Rev* 2013;**18**:95-105.
100. MacDonald MJ, Currie KD. Interval exercise is a path to good health, but how much, how often and for whom? *Clin Sci (Lond)* 2009;**116**:315-316.
101. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkas M, Simonsen T, Helgesen C, Hjorth N, Bach R, Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO2max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc* 2007;**39**:665-671.
102. Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol* 2007;**100**:1-17.
103. Gordon NF, Kohl HW 3rd, Pollock ML, Vaandrager H, Gibbons LW, Blair SN. Cardiovascular safety of maximal strength testing in healthy adults. *Am J Cardiol* 1995;**76**:851-853.
104. Reynolds JM, Gordon TJ, Robergs RA. Prediction of one repetition maximum strength from multiple repetition maximum testing and anthropometry. *J Strength Cond Res* 2006;**20**:584-592.
105. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN. Single versus multiple sets for strength: a meta-analysis to address the controversy. *Res Q Exerc Sport* 2002;**73**:485-488.
106. Peterson MD, Rhea MR, Alvar BA. Applications of the dose-response for muscular strength development: a review of meta-analytic efficacy and reliability for designing training prescription. *J Strength Cond Res* 2005;**19**:950-958.
107. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Roberts N, Scarborough P. Quantifying the association between physical activity and cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2016;**5**:e002495.
108. Lear SA, Hu W, Rangarajan S, Gasevic D, Leong D, Iqbal R, Casanova A, Swaminathan S, Anjana RM, Kumar R, Rosengren A, Wei L, Yang W, Chuangshi W, Huaxing L, Nair S, Swidon H, Gupta R, Mohammadifard N, Lopez-Jaramillo P, Oguz A, Zatonska K, Seron P, Avezum A, Poirier P, Teo K, Yusuf S. The effect of physical activity on mortality and cardiovascular disease in 130 000 people from 17 high-income, middle-income, and low-income countries: the PURE study. *Lancet* 2017;**390**:2643-2654.

109. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, Chapman MJ, De Backer GG, Delgado V, Ference BA, Graham IM, Halliday A, Landmesser U, Mihaylova B, Pedersen TR, Riccardi G, Richter DJ, Sabatine MS, Taskinen M-R, Tokgozoglul L, Wiklund O. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias: lipid modification to reduce cardiovascular risk: The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and European Atherosclerosis Society (EAS). *Eur Heart J* 2020;**41**:111-188. doi: 10.1093/eurheartj/ehz455.
110. Knuuti J, Wijns W, Saraste A, Capodanno D, Barbato E, Funck-Brentano C, Prescott E, Storey RF, Deaton C, Cuisset T, Agewall S, Dickstein K, Edvardsen T, Escaned J, Gersh BJ, Svitol P, Gilard M, Hasdai D, Hatala R, Mahfoud F, Masip J, Muneretto C, Valgimigli M, Achenbach S, Bax JJ. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes: The Task Force for the diagnosis and management of chronic coronary syndromes of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2020;**41**:407-477.
111. Braber TL, Halle NHJM, Velthuis SSBK. Cardiac imaging to detect coronary artery disease in athletes aged 35 years and older. A scoping review. *Scand J Med Sci Sports* 2018;**1036**:1047.
112. DeFina LF, Radford NB, Barlow CE, Willis BL, Leonard D, Haskell WL, Farrell SW, Pavlovic A, Abel K, Berry JD, Khera A, Levine BD. Association of all-cause and cardiovascular mortality with high levels of physical activity and concurrent coronary artery calcification. *JAMA Cardiol* 2019;**4**:174.
113. Arem H, Moore SC, Patel A, Hartge P, Berrington de Gonzalez A, Visvanathan K, Campbell PT, Freedman M, Weiderpass E, Adami HO, Linet MS, Lee I-M, Matthews CE. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship. *JAMA Intern Med* 2015;**175**:959-967.
114. Lee D-C, Pate RR, Lavie CJ, Sui X, Church TS, Blair SN. Leisure-time running reduces all-cause and cardiovascular mortality risk. *J Am Coll Cardiol* 2014;**64**:472-481.
115. Lollgen H, Bockenhoff A, Knapp G. Physical activity and all-cause mortality: an updated meta-analysis with different intensity categories. *Int J Sports Med* 2009;**30**:213-224.
116. Sattelmair J, Pertman J, Ding EL, Kohl HW 3rd, Haskell W, Lee I-M. Dose response between physical activity and risk of coronary heart disease: a metaanalysis. *Circulation* 2011;**124**:789-795.
117. Moore SC, Patel AV, Matthews CE, Berrington de Gonzalez A, Park Y, Katki HA, Linet MS, Weiderpass E, Visvanathan K, Helzlsouer KJ, Thun M, Gapstur SM, Hartge P, Lee I-M. Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: a large pooled cohort analysis. *PLoS Med* 2012;**9**:e1001335.
118. Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol* 2011;**40**:1382-1400.
119. Elley CR, Kerse N, Arroll B, Robinson E. Effectiveness of counselling patients on physical activity in general practice: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2003;**326**:793.
120. Ryden L, Grant PJ, Anker SD, Berne C, Cosentino F, Danchin N, Deaton C, Escaned J, Hammes H-P, Huikuri H, Marre M, Marx N, Mellbin L, Ostergren J, Patrono C, Seferovic P, Uva MS, Taskinen M-R, Tendera M, Tuomilehto J, Valensi P, Zamorano JL, Zamorano JL, Achenbach S, Baumgartner H, Bax JJ, Bueno H, Dean V, Deaton C, Erol C, Fagard R, Ferrari R, Hasdai D, Hoes AW, Kirchhof P, Knuuti J, Kolh P, Lancellotti P, Linhart A, Nihoyannopoulos P, Piepoli MF, Ponikowski P, Sirnes PA, Tamargo JL, Tendera M, Torbicki A, Wijns W, Windecker S, De Backer G, Sirnes PA, Ezquerro EA, Avogaro A, Badimon L, Baranova E, Baumgartner H, Betteridge J, Cieriello A, Fagard R, Funck-Brentano C, Gulba DC, Hasdai D, Hoes AW, Kjekshus JK, Knuuti J, Kolh P, Lev E, Mueller C, Neyses L, Nilsson PM, Perk J, Ponikowski P, Reiner Z, Sattar N, Schachinger V, Scheen A, Schirmer H, Stromberg A, Sudzhaeva S, Tamargo JL, Viigimaa M, Vlachopoulos C, Xuereb RG. ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: the Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration. *Eur Heart J* 2013;**34**:3035-3087.
121. Yumuk V, Tsigos C, Fried M, Schindler K, Busetto L, Micic D, Toplak H. European Guidelines for obesity management in adults. *Obes Facts* 2015;**8**:402-424.
122. You T, Arsenis NC, Disanzo BL, Lamonte MJ. Effects of exercise training on chronic inflammation in obesity: current evidence and potential mechanisms. *Sports Med* 2013;**43**:243-256.
123. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev* 2017;**18**:943-964.
124. Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;**56**:441-447.
125. Almeida SA, Williams KM, Shaffer RA, Brodine SK. Epidemiological patterns of musculoskeletal injuries and physical training. *Med Sci Sports Exerc* 1999;**31**:1176-1182.
126. Gilchrist J, Jones BH, Sleet DA, Kimsey CD. Exercise-related injuries among women: strategies for prevention from civilian and military studies. *MMWR Recomm Rep* 2000;**49**:15-33.
127. Hootman JM, Macera CA, Ainsworth BE, Martin M, Addy CL, Blair SN. Association among physical activity level, cardiorespiratory fitness, and risk of musculoskeletal injury. *Am J Epidemiol* 2001;**154**:251-258.
128. Lisman PJ, de la Motte SJ, Gribbin TC, Jaffin DP, Murphy K, Deuster PA. A systematic review of the association between physical fitness and musculoskeletal injury risk: Part 1-Cardiorespiratory endurance. *J Strength Cond Res* 2017;**31**:1744-1757.
129. Vincent HK, George SZ, Seay AN, Vincent KR, Hurley RW. Resistance exercise, disability, and pain catastrophizing in obese adults with back pain. *Med Sci Sports Exerc* 2014;**46**:1693-1701.
130. 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 SE, Laurent S, Manolis AJ, Nilsson PM, Ruilope LM, Schmieder RE, Sirnes PA, Sleight P, Viigimaa M, Waerber B, Zannad F, Redon J, Dominiczak A, Narkiewicz K, Nilsson PM, Burnier M, Viigimaa M, Ambrosioni E, Caulfield M, Coca A, Olsen MH, Schmieder RE, Tsoufou C, van de Borne P, Zamorano JL, Achenbach S, Baumgartner H, Bax JJ, Bueno H, Dean V, Deaton C, Erol C, Fagard R, Ferrari R, Hasdai D, Hoes AW, Kirchhof P, Knuuti J, Kolh P, Lancellotti P, Linhart A, Nihoyannopoulos P, Piepoli MF, Ponikowski P, Sirnes PA, Tamargo JL, Tendera M, Torbicki A, Wijns W, Windecker S, Clement DL, Coca A, Gillebert TC, Tendera M, Rosei EA, Ambrosioni E, Anker SD, Bauersachs J, Hiti JB, Caulfield M, De Buyere M, De Geest S, Derumeaux GA, Erdine S, Farsang C, Funck-Brentano C, Gerc V, Germano G, Gielen S, Haller H, Hoes AW, Jordan J, Kahan T, Komajda M, Lovic D, Mahrholdt H, Olsen MH, Ostergren J, Parati G, Perk J, Polonia J, Popescu BA, Reiner Z, Ryden L et al et al 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.
131. Niebauer J, Bjorsson M, Carre F, Caselli S, Palatini P, Quattrini F, Serratos L, Adami PE, Biffi A, Pressler A, Schmid C, van Buuren F, Panhuyzen-Goedkoop N, Solberg E, Halle M, La Gerche A, Papadakis M, Sharma S, Pelliccia A. Recommendations for participation in competitive sports of athletes with arterial hypertension: a position statement from the sports cardiology section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J* 2018;**39**:3664-3671.
132. Williams B, Mancia G, Spiering W, Agabiti Rosei E, Azizi M, Burnier M, Clement DL, Coca A, de Simone G, Dominiczak A, Kahan T, Mahfoud F, Redon J, Ruilope L, Zanchetti A, Kerins M, Kjeldsen SE, Kreutz R, Laurent S, Lip GYH, McManus R, Narkiewicz K, Ruschitzka F, Schmieder RE, Shlyakhto E, Tsoufou C, Aboyans V, Desormais I. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J* 2018;**39**:3021-3104.
133. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: a meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017;**96**:e6150.
134. MacDonald HV, Johnson BT, Huedo-Medina TB, Livingston J, Forsyth KC, Kraemer WJ, Farinatti PTV, Pescatello LS. Dynamic resistance training as standalone antihypertensive lifestyle therapy: a meta-analysis. *J Am Heart Assoc* 2016;**5**.
135. The World Anti-Doping Code International Standard, 2019. https://www.wadaama.org/sites/default/files/wada_2019_english_prohibited_list.pdf
136. Ruschitzka F, Borer JS, Krum H, Flammer AJ, Yeomans ND, Libby P, Luscher TF, Solomon DH, Husni ME, Graham DY, Davey DA, Wisniewski LM, Menon V, Fayyad R, Beckerman B, Iorga D, Lincoff AM, Nissen SE. Differential blood pressure effects of ibuprofen, naproxen, and celecoxib in patients with arthritis: the PRECISION-ABPM (Prospective Randomized Evaluation of Celecoxib Integrated Safety Versus Ibuprofen or Naproxen Ambulatory Blood Pressure Measurement). *Eur Heart J* 2017;**38**:3282-3292.
137. de Sousa NMF, Magosso RF, Dipp T, Plentz RDM, Marson RA, Montagnoli AN, Martins RAS, Perez SEA, Baldissera V. Continuous blood pressure response at different intensities in leg press exercise. *Eur J Prev Cardiol* 2014;**21**:1324-1331.

138. de Souza Nery S, Gomides RS, da Silva GV, de Moraes Forjaz CL, Mion DJ, Tinucci T. Intra-arterial blood pressure response in hypertensive subjects during low- and high-intensity resistance exercise. *Clinics (Sao Paulo)* 2010;**65**:271-277.
139. Lamotte M, Niset G, van de Borne P. The effect of different intensity modalities of resistance training on beat-to-beat blood pressure in cardiac patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005;**12**:12-17.
140. Sardeli AV, do Carmo Santos L, Ferreira MLV, Gaspari AF, Rodrigues B, Cavagliari CR, Chacon-Mikahil MPT. Cardiovascular responses to different resistance exercise protocols in elderly. *Int J Sports Med* 2017;**38**:928-936.
141. Gjovaag T, Hjelmeland AK, Oygard JB, Vikne H, Mirtaheer P. Acute hemodynamic and cardiovascular responses following resistance exercise to voluntary exhaustion. Effects of different loadings and exercise durations. *J Sports Med Phys Fitness* 2016;**56**:616-623.
142. Hansen D, Abreu A, Doherty P, Voller H. Dynamic strength training intensity in cardiovascular rehabilitation: is it time to reconsider clinical practice? A systematic review. *Eur J Prev Cardiol* 2019;**26**:1483-1492. doi: 10.1177/2047487319847003. Epub 2 May 2019.
143. Caselli S, Serdoz A, Mango F, Lemme E, Vaquer Segui A, Milan A, Attenhofer Jost C, Schmied C, Spataro A, Pelliccia A. High blood pressure response to exercise predicts future development of hypertension in young athletes. *Eur Heart J* 2019;**40**:62-68.
144. Kjeldsen SE, Mundal R, Sandvik L, Erikssen G, Thaulow E, Erikssen J. Supine and exercise systolic blood pressure predict cardiovascular death in middle-aged men. *J Hypertens* 2001;**19**:1343-1348.
145. Fletcher B, Berra K, Ades P, Braun LT, Burke LE, Durstine JL, Fair JM, Fletcher GF, Goff D, Hayman LL, Hiatt WR, Miller NH, Krauss R, Kris-Etherton P, Stone N, Wilterdink J, Winston M. Managing abnormal blood lipids: a collaborative approach. *Circulation* 2005;**112**:3184-3209.
146. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, Bales CW, Henes S, Samsa GP, Otvos JD, Kulkarni KR, Slentz CA. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N Engl J Med* 2002;**347**:1483-1492.
147. Lloyd-Jones DM, Morris PB, Ballantyne CM, Birtcher KK, Daly DDJ, DePalma SM, Minissian MB, Orringer CE, Smith SCJ. 2017 Focused update of the 2016 ACC Expert Consensus Decision Pathway on the role of non-statin therapies for LDL-cholesterol lowering in the management of atherosclerotic cardiovascular disease risk: a report of the American College of Cardiology Task Force on Expert Consensus Decision Pathways. *J Am Coll Cardiol* 2017;**70**:1785-1822.
148. Kokkinos PF, Faselis C, Myers J, Panagiotakos D, Doulmas M. Interactive effects of fitness and statin treatment on mortality risk in veterans with dyslipidaemia: a cohort study. *Lancet* 2013;**381**:394-399.
149. Stroes ES, Thompson PD, Corsini A, Vladutiu GD, Raal FJ, Ray KK, Roden M, Stein E, Tokgozoglul L, Nordestgaard BG, Bruckert E, De Backer G, Krauss RM, Laufs U, Santos RD, Hegele RA, Hovingh GK, Leiter LA, Mach F, Marz W, Newman CB, Wiklund O, Jacobson TA, Catapano AL, Chapman MJ, Ginsberg HN. Statin-associated muscle symptoms: impact on statin therapy—European Atherosclerosis Society Consensus Panel Statement on Assessment, Aetiology and Management. *Eur Heart J* 2015;**36**:1012-1022.
150. Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012;**380**:219-229.
151. Cloostermans L, Wendel-Vos W, Doornbos G, Howard B, Craig CL, Kivimaki M, Tabak AG, Jefferis BJ, Ronkainen K, Brown WJ, Picavet SHSJ, Ben-Shlomo Y, Laakkonen JA, Kauhanen J, Bemelmans WJE. Independent and combined effects of physical activity and body mass index on the development of Type 2 diabetes - a meta-analysis of 9 prospective cohort studies. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2015;**12**:147.
152. Ekelund U, Palla L, Brage S, Franks PW, Peters T, Balkau B, Diaz MJT, Huerta JM, Agnoli C, Arriola L, Ardanaz E, Boeing H, Clavel-Chapelon F, Crowe F, Fagherazzi G, Groop L, Fons Johnsen N, Kaaks R, Khaw KT, Key TJ, de Lauzon-Guillain B, May A, Monnikhof E, Navarro C, Nilsson P, Nautrup Ostergaard J, Norat T, Overvad K, Palli D, Panico S, Redondo ML, Ricceri F, Rolandsson O, Romaguera D, Romieu I, Sanchez Perez MJ, Slimani N, Spijkerman A, Teucher B, Tjonneland A, Travier N, Tumino R, Vos W, Vigl M, Sharp S, Langeberg C, Forouhi N, Riboli E, Feskens E, Wareham NJ. Physical activity reduces the risk of incident type 2 diabetes in general and in abdominally lean and obese men and women: the EPIC-InterAct Study. *Diabetologia* 2012;**55**:1944-1952.
153. Hjerkind KV, Stenehjem JS, Nilsen TIL. Adiposity, physical activity and risk of diabetes mellitus: prospective data from the population-based HUNT study, Norway. *BMJ Open* 2017;**7**:e013142.
154. Rana JS, Li TY, Manson JE, Hu FB. Adiposity compared with physical inactivity and risk of type 2 diabetes in women. *Diabetes Care* 2007;**30**:53-58.
155. Thomas DE, Elliott EJ, Naughton GA. Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database Syst Rev* 2006;CD002968.
156. Zhang X, Devlin HM, Smith B, Imperatore G, Thomas W, Lobelo F, Ali MK, Norris K, Gruss S, Bardenheier B, Cho P, Garcia de Quevedo I, Mudaliar U, Jones CD, Durthaler JM, Saaddine J, Geiss LS, Gregg EW. Effect of lifestyle interventions on cardiovascular risk factors among adults without impaired glucose tolerance or diabetes: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2017;**12**:e0176436.
157. Cosentino F, Grant PJ, Aboyans V, Bailey CJ, Ceriello A, Delgado V, Federici M, Filippatos G, Grobbee DE, Hansen TB, Huikuri HV, Johansson I, Juni P, Lettino M, Marx N, Mellbin LG, Ostgren CJ, Rocca B, Roffi M, Sattar N, Seferovic PM, Sousa-Uva M, Valensi P, Wheeler DC. 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *Eur Heart J* 2020;**41**:255-323.
158. Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, Kaaks R, Teucher B, Johnsen NF, Tjonneland A, Overvad K, Ostergaard JN, Amiano P, Ardanaz E, Bendinelli B, Pala V, Tumino R, Ricceri F, Mattiello A, Spijkerman AMW, Monnikhof EM, May AM, Franks PW, Nilsson PM, Wennberg P, Rolandsson O, Fagherazzi G, Boutron-Ruault M-C, Clavel-Chapelon F, Castano JMH, Gallo V, Boeing H, Nothlings U. Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: a prospective study and meta-analysis. *Arch Intern Med* 2012;**172**:1285-1295.
159. Diabetes Prevention Program Research Group. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 2002;**346**:393-403.
160. Knowler WC, Fowler SE, Hamman RF, Christophi CA, Hoffman HJ, Brenneman AT, Brown-Friday JO, Goldberg R, Venditti E, Nathan DM. 10-year follow-up of diabetes incidence and weight loss in the Diabetes Prevention Program Outcomes Study. *Lancet* 2009;**374**:1677-1686.
161. Lindstrom J, Ilanne-Parikka P, Peltonen M, Aunola S, Eriksson JG, Hemio K, Hamalainen H, Harkonen P, Keinonen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Manninen M, Paturi M, Sundvall J, Valle TT, Uusitupa M, Tuomilehto J. Sustained reduction in the incidence of type 2 diabetes by lifestyle intervention: follow-up of the Finnish Diabetes Prevention Study. *Lancet* 2006;**368**:1673-1679.
162. Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, Valle TT, Hamalainen H, Ilanne-Parikka P, Keinonen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001;**344**:1343-1350.
163. Hidalgo-Santamaria M, Fernandez-Montero A, Martinez-Gonzalez MA, Moreno-Galarra L, Sanchez-Villegas A, Barrio-Lopez MT, Bes-Rastrollo M. Exercise intensity and incidence of metabolic syndrome: the SUN Project. *Am J Prev Med* 2017;**52**:e95-e101.
164. Dube JJ, Allison KF, Rousson V, Goodpaster BH, Amati F. Exercise dose and insulin sensitivity: relevance for diabetes prevention. *Med Sci Sports Exerc* 2012;**44**:793-799.
165. da Silva DE, Grande AJ, Roever L, Tse G, Liu T, Biondi-Zoccai G, de Farias JM. High-intensity interval training in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Curr Atheroscler Rep* 2019;**21**:8.
166. Magalhaes JP, Judice PB, Ribeiro R, Andrade R, Raposo J, Soares H, Bicho M, Sardinha LB. Effectiveness of high-intensity interval training combined with resistance training versus continuous moderate-intensity training combined with resistance training in patients with type 2 diabetes: a one-year randomized controlled trial. *Diabetes Obes Metab* 2019;**21**:550-559.
167. Mygind ND, Michelsen MM, Pena A, Frestad D, Dose N, Aziz A, Faber R, Host N, Gustafsson I, Hansen PR, Hansen HS, Merz Bairey, Kastrup, CN, Prescott, J E. Coronary microvascular function and cardiovascular risk factors in women with angina pectoris and no obstructive coronary artery disease: the iPOWER Study. *J Am Heart Assoc* 2016;**5**:e003064.
168. Murthy VL, Naya M, Foster CR, Gaber M, Hainer J, Klein J, Dorbala S, Blankstein R, Di Carli MF. Association between coronary vascular dysfunction and cardiac mortality in patients with and without diabetes mellitus. *Circulation* 2012;**126**:1858-1868.
169. Olsen RH, Pedersen LR, Jurs A, Snoer M, Haugaard SB, Prescott E. A randomised trial comparing the effect of exercise training and weight loss on microvascular function in coronary artery disease. *Int J Cardiol* 2015;**185**:229-235.
170. Yoshinaga K, Beanlands RSB, Dekemp RA, Lortie M, Morin J, Aung M, McKelvie R, Davies RF. Effect of exercise training on myocardial blood flow in patients with stable coronary artery disease. *Am Heart J* 2006;**151**:1324.e11-8.

171. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000;**342**:454-460.
172. Wing RR, Bolin P, Brancati FL, Bray GA, Clark JM, Coday M, Crow RS, Curtis JM, Egan CM, Espeland MA, Evans M, Foreyt JP, Ghazarian S, Gregg EW, Harrison B, Hazuda HP, Hill JO, Horton ES, Hubbard VS, Jakicic JM, Jeffery RW, Johnson KC, Kahn SE, Kitabchi AE, Knowler WC, Lewis CE, Maschak-Carey BJ, Montez MG, Murillo A, Nathan DM, Patricio J, Peters A, Pi-Sunyer X, Pownall H, Reboussin D, Regensteiner JG, Rickman AD, Ryan DH, Safford M, Wadden TA, Wagenknecht LE, West DS, Williamson DF, Yanovski SZ. Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 2013;**369**:145-154.
173. Colberg SR, Sigal RJ, Yardley JE, Riddell MC, Dunstan DW, Dempsey PC, Horton ES, Castorino K, Tate DF. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2016;**39**:2065-2079.
174. Pan B, Ge L, Xun Y-Q, Chen Y-J, Gao C-Y, Han X, Zuo L-Q, Shan H-Q, Yang K-H, Ding G-W, Tian J-H. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2018;**15**:72.
175. Sigal RJ, Kenny GP, Boule NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2007;**147**:357-369.
176. Church TS, Blair SN, Cocroham S, Johannsen N, Johnson W, Kramer K, Mikus CR, Myers V, Nauta M, Rodarte RQ, Sparks L, Thompson A, Earnest CP. Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA* 2010;**304**:2253-2262.
177. Kemps H, Krankel N, Dorr M, Moholdt T, Wilhelm M, Paneni F, Serratos L, Ekker Solberg E, Hansen D, Halle M, Guazzi M. Exercise training for patients with type 2 diabetes and cardiovascular disease: what to pursue and how to do it. A position paper of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur J Prev Cardiol* 2019;**26**:709-727.
178. Umpierre D, Ribeiro PAB, Kramer CK, Leitao CB, Zucatti ATN, Azevedo MJ, Gross JL, Ribeiro JP, Schaan BD. Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2011;**305**:1790-1799.
179. Feldman DI, Al-Mallah MH, Keteyian SJ, Brawner CA, Feldman T, Blumenthal RS, Blaha MJ. No evidence of an upper threshold for mortality benefit at high levels of cardiorespiratory fitness. *J Am Coll Cardiol* 2015;**65**:629-630.
180. Hamer M, Lavoie KL, Bacon SL. Taking up physical activity in later life and healthy ageing: the English longitudinal study of ageing. *Br J Sports Med* 2014;**48**:239-243.
181. Manini TM, Everhart JE, Patel KV, Schoeller DA, Colbert LH, Visser M, Tykavsky F, Bauer DC, Goodpaster BH, Harris TB. Daily activity energy expenditure and mortality among older adults. *JAMA* 2006;**296**:171-179.
182. Stessman J, Hammerman-Rozenberg R, Cohen A, Ein-Mor E, Jacobs JM. Physical activity, function, and longevity among the very old. *Arch Intern Med* 2009;**169**:1476-1483.
183. Sabia S, Singh-Manoux A, Hagger-Johnson G, Cambois E, Brunner EJ, Kivimaki M. Influence of individual and combined healthy behaviours on successful ageing. *CMAJ* 2012;**184**:1985-1992.
184. Sun Q, Townsend MK, Okereke OI, Franco OH, Hu FB, Grodstein F. Physical activity at midlife in relation to successful survival in women at age 70 years or older. *Arch Intern Med* 2010;**170**:194-201.
185. Dugan SA, Gabriel KP, Lange-Maia BS, Karvonen-Gutierrez C. Physical activity and physical function: moving and aging. *Obstet Gynecol Clin North Am* 2018;**45**:723-736.
186. Berk DR, Hubert HB, Fries JF. Associations of changes in exercise level with subsequent disability among seniors: a 16-year longitudinal study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006;**61**:97-102.
187. Thiel C, Vogt L, Tesky VA, Meroth L, Sahlender, Jakob M, Pantel, S Banzer, J W. Cognitive intervention response is related to habitual physical activity in older adults. *Aging Clin Exp Res* 2012;**24**:47-55.
188. Lautenschlager NT, Cox KL, Flicker L, Foster JK, van Bockxmeer FM, Xiao J, Greenop KR, Almeida OP. Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *JAMA* 2008;**300**:1027-1037.
189. Sink KM, Espeland MA, Castro CM, Church T, Cohen R, Dodson JA, Guralnik J, Hendrie HC, Jennings J, Katula J, Lopez OL, McDermott MM, Pahor M, Reid KF, Rushing J, Verghese J, Rapp S, Williamson JD. Effect of a 24-month physical activity intervention vs health education on cognitive outcomes in sedentary older adults: the LIFE randomized trial. *JAMA* 2015;**314**:781-790.
190. Loprinzi PD, Frith E, Edwards MK, Sng E, Ashpole N. The effects of exercise on memory function among young to middle-aged adults: systematic review and recommendations for future research. *Am J Health Promot* 2018;**32**:691-704.
191. Roberts CK, Hevener AL, Barnard RJ. Metabolic syndrome and insulin resistance: underlying causes and modification by exercise training. *Compr Physiol* 2013;**3**:1-58.
192. Vigorito C, Giallauria F. Effects of exercise on cardiovascular performance in the elderly. *Front Physiol* 2014;**5**:51.
193. Power GA, Dalton BH, Behm DG, Vandervoort AA, Doherty TJ, Rice CL. Motor unit number estimates in masters runners: use it or lose it? *Med Sci Sports Exerc* 2010;**42**:1644-1650.
194. Power GA, Dalton BH, Behm DG, Doherty TJ, Vandervoort AA, Rice CL. Motor unit survival in lifelong runners is muscle dependent. *Med Sci Sports Exerc* 2012;**44**:1235-1242.
195. Rubenstein LZ, Josephson KR, Trueblood PR, Loy S, Harker JO, Pietruszka FM, Robbins AS. Effects of a group exercise program on strength, mobility, and falls among fall-prone elderly men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2000;**55**:M317-21.
196. Franco MR, Pereira LS, Ferreira PH. Exercise interventions for preventing falls in older people living in the community. *Br J Sports Med* 2014;**48**:867-868.
197. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ, Skinner JS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;**41**:1510-1530.
198. Crocker T, Forster A, Young J, Brown L, Ozer S, Smith J, Green J, Hardy J, Burns E, Glidewell E, Greenwood DC. Physical rehabilitation for older people in long-term care. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;CD004294.
199. Bray NW, Smart RR, Jakobi JM, Jones GR. Exercise prescription to reverse frailty. *Appl Physiol Nutr Metab* 2016;**41**:1112-1116.
200. Forbes D, Thiessen EJ, Blake CM, Forbes SC, Forbes S. Exercise programs for people with dementia. *Cochrane Database Syst Rev* 2013;CD006489.
201. Liu C-J, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;CD002759.
202. Fragala MS, Cadore EL, Dorgo S, Izquierdo M, Kraemer WJ, Peterson MD, Ryan ED. Resistance training for older adults: position statement from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res* 2019;**33**:2019-2052.
203. Pahor M, Guralnik JM, Ambrosius WT, Blair S, Bonds DE, Church TS, Espeland MA, Fielding RA, Gill TM, Groessl EJ, King AC, Kritchevsky SB, Manini TM, McDermott MM, Miller ME, Newman AB, Rejeski WJ, Sink KM, Williamson JD. Effect of structured physical activity on prevention of major mobility disability in older adults: the LIFE study randomized clinical trial. *JAMA* 2014;**311**:2387-2396.
204. Gill TM, Pahor M, Guralnik JM, McDermott MM, King AC, Buford TW, Strotmeyer ES, Nelson ME, Sink KM, Demons JL, Kashaf SS, Walkup MP, Miller ME. Effect of structured physical activity on prevention of serious fall injuries in adults aged 70-89: randomized clinical trial (LIFE study). *BMJ* 2016;**352**:i245.
205. Church TS, Earnest CP, Skinner JS, Blair SN. Effects of different doses of physical activity on cardiorespiratory fitness among sedentary, overweight or obese postmenopausal women with elevated blood pressure: a randomized controlled trial. *JAMA* 2007;**297**:2081-2091.
206. Powell KE, Paluch AE, Blair SN. Physical activity for health: What kind? How much? How intense? On top of what? *Annu Rev Public Health* 2011;**32**:349-365.
207. Borjesson M, Urhausen A, Kouidi E, Dugmore D, Sharma S, Halle M, Heidbu'chel H, Björnsdottir HH, Gielen S, Mezzani A, Corrado D, Pelliccia A, Vanhees L. Cardiovascular evaluation of middle-aged/senior individuals engaged in leisure-time sport activities: position stand from the Sections of Exercise Physiology and Sports Cardiology of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2011;**18**:446-458.
208. Orkaby AR, Forman DE. Physical activity and CVD in older adults: an expert's perspective. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2018;**16**:1-10.
209. Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Sherrington C, Gates S, Clemson LM, Lamb SE. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev* 2012;CD007146.
210. Hamed A, Bohm S, Mersmann F, Arampatzis A. Follow-up efficacy of physical exercise interventions on fall incidence and fall risk in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sport Med - Open* 2018;**4**:56.

211. Ganse B, Degens H, Drey M, Korhonen MT, McPhee J, Muller K, Johannes BW, Rittweger J. Impact of age, performance and athletic event on injury rates in master athletics - first results from an ongoing prospective study. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2014;**14**:148-154.
212. Rogers NT, Marshall A, Roberts CH, Demakakos P, Steptoe A, Scholes S. Physical activity and trajectories of frailty among older adults: evidence from the English Longitudinal Study of Ageing. *PLoS One* 2017;**12**:e0170878.
213. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, Macera CA, Castaneda-Sceppa C. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 2007;**39**:1435-1445.
214. Chou W-T, Tomata Y, Watanabe T, Sugawara Y, Kakizaki M, Tsuji I. Relationships between changes in time spent walking since middle age and incident functional disability. *Prev Med (Baltim)* 2014;**59**:68-72.
215. Tomata Y, Zhang S, Sugiyama K, Kaiho Y, Sugawara Y, Tsuji I. Changes in time spent walking and the risk of incident dementia in older Japanese people: the Ohsaki Cohort 2006 Study. *Age Ageing* 2017;**46**:857-860.
216. Albert CM, Mittleman MA, Chae CU, Lee IM, Hennekens CH, Manson JE. Triggering of sudden death from cardiac causes by vigorous exertion. *N Engl J Med* 2000;**343**:1355-1361.
217. Guazzi M, Arena R, Halle M, Piepoli MF, Myers J, Lavie CJ. 2016 focused update: clinical recommendations for cardiopulmonary exercise testing data assessment in specific patient populations. *Eur Heart J* 2016;**39**:1144-1161.
218. Thompson PD, Franklin BA, Balady GJ, Blair SN, Corrado D, Estes NAM 3rd, Fulton JE, Gordon NF, Haskell WL, Link MS, Maron BJ, Mittleman MA, Pelliccia A, Wenger NK, Willich SN, Costa F. Exercise and acute cardiovascular events placing the risks into perspective: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism and the Council on Clinical Cardiology. *Circulation* 2007;**115**:2358-2368.
219. Penalver JM, Mosca RS, Weitz D, Phoon CKL. Anomalous aortic origin of coronary arteries from the opposite sinus: a critical appraisal of risk. *BMC Cardiovasc Disord* 2012;**12**:83.
220. Gowd BMP, Thompson PD. Isolated myocardial bridging and exercise-related cardiac events. *Int J Sports Med* 2014;**35**:1145-1150.
221. Kalaga RV, Malik A, Thompson PD. Exercise-related spontaneous coronary artery dissection: case report and literature review. *Med Sci Sports Exerc* 2007;**39**:1218-1220.
222. Aengevaeren VL, Mosterd A, Braber TL, Prakken NHJ, Doevendans PA, Grobbee DE, Thompson PD, Eijssvogels TMH, Velthuis BK. Relationship between lifelong exercise volume and coronary atherosclerosis in athletes. *Circulation* 2017;**136**:138-148.
223. Shave R, Baggish A, George K, Wood M, Scharhag J, Whyte G, Gaze D, Thompson PD. Exercise-induced cardiac troponin elevation: evidence, mechanisms, and implications. *J Am Coll Cardiol* 2010;**56**:169-176.
224. Aagaard P, Sahlen A, Braunschweig F. Performance trends and cardiac biomarkers in a 30-km cross-country race, 1993-2007. *Med Sci Sports Exerc* 2012;**44**:894-899.
225. Collet J-P, Zeitouni M, Procopi N, Hulot J-S, Silvain J, Kerneis M, Thomas D, Lattuca B, Barthelemy O, Lavie-Badie Y, Esteve J-B, Payot L, Brugier D, Lopes I, Diallo A, Vicaute E, Montalescot G. Long-term evolution of premature coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2019;**74**:1868-1878.
226. Maron BJ, Araujo CG, Thompson PD, Fletcher GF, de Luna AB, Fleg JL, Pelliccia A, Balady GJ, Furlanetto F, Van Camp SP, Elosua R, Chaitman BR, Bazzarre TL. Recommendations for preparticipation screening and the assessment of cardiovascular disease in masters athletes: an advisory for healthcare professionals from the working groups of the World Heart Federation, the International Federation of Sports Medicine, and the American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 2001;**103**:327-334.
227. Erbel R, Mohlenkamp S, Moebus S, Schmermund A, Lehmann N, Stang A, Dragano N, Gronemeyer D, Seibel R, Kalsch H, Brocker-Preuss M, Mann K, Siegrist J, Jockel K-H. Coronary risk stratification, discrimination, and reclassification improvement based on quantification of subclinical coronary atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall Study. *J Am Coll Cardiol* 2010;**56**:1397-1406.
228. Yeboah J, McClelland RL, Polonsky TS, Burke GL, Sibley CT, O'Leary D, Carr JJ, Goff DC, Greenland P, Herrington DM. Comparison of novel risk markers for improvement in cardiovascular risk assessment in intermediate-risk individuals. *JAMA* 2012;**308**:788-795.
229. Greenland P, LaBree L, Azen SP, Doherty TM, Detrano RC. Coronary artery calcium score combined with Framingham score for risk prediction in asymptomatic individuals. *JAMA* 2004;**291**:210-215.
230. Saad M, Pothineni NV, Thomas J, Parikh R, Kovelamudi S, Elsayed D, Nairouz R, Feit F. Coronary artery calcium scoring in young adults: evidence and challenges. *Curr Cardiol Rep* 2018;**20**:10.
231. Borjesson M, Assanelli D, Carre F, Dugmore D, Panhuyzen-Goedkoop NM, Seiler C, Senden J, Solberg EE. ESC Study Group of Sports Cardiology: recommendations for participation in leisure-time physical activity and competitive sports for patients with ischaemic heart disease. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;**13**:137-149.
232. Sirico F, Fernando F, Di Paolo F, Adami PE, Signorello MG, Sannino G, Bianco A, Cerrone A, Baiocco V, Filippi N, Ferrari U, Tuzi M, Nurzynska D, Di Meglio F, Castaldo C, D'Ascenzi F, Montagnani S, Biffi A. Exercise stress test in apparently healthy individuals -where to place the finish line? The Ferrari corporate wellness programme experience. *Eur J Prev Cardiol* 2019;**26**:731-738.
233. Borjesson M, Dellborg M, Niebauer J, LaGerche A, Schmied C, Solberg EE, Halle M, Adami E, Biffi A, Carre F, Caselli S, Papadakis M, Pressler A, Rasmussen H, Serratos L, Sharma S, van Buuren F, Pelliccia A. Recommendations for participation in leisure time or competitive sports in athletes-patients with coronary artery disease: a position statement from the Sports Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J* 2019;**40**:13-18.
234. Anderson L, Thompson DR, Oldridge N, Zwisler A-D, Rees K, Martin N, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;CD001800.
235. Piepoli MF, Corra U, Adamopoulos S, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Cupples M, Dendale P, Doherty P, Gaita D, Hofer S, McGee H, Mendes M, Niebauer J, Pogosova N, Garcia-Porrero E, Rauch B, Schmid JP, Giannuzzi P. Secondary prevention in the clinical management of patients with cardiovascular diseases. Core components, standards and outcome measures for referral and delivery: a policy statement from the cardiac rehabilitation section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Prev Cardiol* 2014;**21**:664-681.
236. Hachamovitch R, Rozanski A, Shaw LJ, Stone GW, Thomson LEJ, Friedman JD, Hayes SW, Cohen I, Germano G, Berman DS. Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy. *Eur Heart J* 2011;**32**:1012-1024.
237. Hoffmann U, Ferencik M, Udelson JE, Picard MH, Truong QA, Patel MR, Huang M, Pencina M, Mark DB, Heitner JF, Fordyce CB, Pellicka PA, Tardif J-C, Budoff M, Nahhas G, Chow B, Kosinski AS, Lee KL, Douglas PS. Prognostic value of noninvasive cardiovascular testing in patients with stable chest pain: insights from the PROMISE trial (Prospective Multicenter Imaging Study for Evaluation of Chest Pain). *Circulation* 2017;**135**:2320-2332.
238. Newby DE, Adamsson PD, Berry C, Boon NA, Dweck MR, TFlather M, Forbes J, Hunter A, Lewis S, MacLean S, Mills NL, Norrie J, Roditi G, Shah ASV, Timmis AD, vanBeek EJRM. Coronary CT angiography and 5-year risk of myocardial infarction. *N Engl J Med* 2018;**379**:924-933.
239. Sousa-Uva M, Neumann F-J, Ahlsson A, Alfonso F, Banning AP, Benedetto U, Byrne RA, Collet J-P, Falk V, Head SJ, Juni P, Kastrati A, Koller A, Kristensen SD, Niebauer J, Richter DJ, Seferovic PM, Sibbing D, Stefanini GG, Windecker S, Yadav R, Zembala MO. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur J Cardiothorac Surg* 2019;**55**:4-90.
240. Valgimigli M, Bueno H, Byrne RA, Collet J-P, Costa F, Jeppsson A, Juni P, Kastrati A, Kolh P, Mauri L, Montalescot G, Neumann F-J, Petricevic M, Roffi M, Steg PG, Windecker S, Zamora JL. Special article 2017 ESC focused update on dual antiplatelet therapy in coronary artery disease developed in collaboration with EACTS. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2018;**71**:42.
241. Albaladejo P, Samama C-M, Sie P, Kauffmann S, Memier V, Suchon P, Viallon A, David JS, Gruel Y, Bellamy L, de Maistre E, Romegoux P, Thoret S, Pernod G, Bosson J-L. Management of severe bleeding in patients treated with direct oral anticoagulants: an observational registry analysis. *Anesthesiology* 2017;**127**:111-120.
242. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, Franklin B, Sanderson B, Southard D. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology, the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2007;**115**:2675-2682.

243. Verschueren S, Eskes AM, Maaskant JM, Roest AM, Latour CHM, Op Reimer WS. The effect of exercise therapy on depressive and anxious symptoms in patients with ischemic heart disease: a systematic review. *J Psychosom Res* 2018;**105**:80-91.
244. Piepoli MF, Corra U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, McGee H, Mendes M, Niebauer J, Zwisler A-DO, Schmid J-P. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: from knowledge to implementation. A position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010;**17**:1-17.
245. Haykowsky M, Scott J, Esch B, Schopflocher D, Myers J, Paterson I, Warburton D, Jones L, Clark AM. A meta-analysis of the effects of exercise training on left ventricular remodeling following myocardial infarction: start early and go longer for greatest exercise benefits on remodeling. *Trials* 2011;**12**:92.
246. Angelini P, Cheong BY, Lenge De Rosen VV, Lopez JA, Uribe C, Masso AH, Ali SW, Davis BR, Muthupillai R, Willerson JT. Magnetic resonance imaging-based screening study in a general population of adolescents. *J Am Coll Cardiol* 2018;**71**:579-580.
247. Priori SG, Blomstrom-Lundqvist C, Mazzanti A, Blom N, Borggreffe M, Camm J, Elliott PM, Fitzsimons D, Hatala R, Hindricks G, Kirchhof P, Kjeldsen K, Kuck KH, Hernandez-Madrid A, Nikolaou N, Norekval TM, Spaulding C, Van Veldhuisen DJ. 2015 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: The Task Force for the Management of Patients with Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death of the European Society of Cardiology (ESC). *EP Europace* 2015;**17**:1601-1687.
248. Lin S, Tremmel JA, Yamada R, Rogers IS, Yong CM, Turcott R, McConnell MV, Dash R, Schnittger I. A novel stress echocardiography pattern for myocardial bridge with invasive structural and hemodynamic correlation. *J Am Heart Assoc* 2013;**2**:e000097.
249. Grani C, Benz DC, Steffen DA, Giannopoulos AA, Messerli M, Pazhenkottal AP, Gaemperli O, Gebhard C, Schmied C, Kaufmann PA, Buechel RR. Sports behavior in middle-aged individuals with anomalous coronary artery from the opposite sinus of Valsalva. *Cardiology* 2018;**139**:222-230.
250. Grani C, Benz DC, Steffen DA, Clerc OF, Schmied C, Possner M, Vontobel J, Mikulicic F, Gebhard C, Pazhenkottal AP, Gaemperli O, Hurwitz S, Kaufmann PA, Buechel RR. Outcome in middle-aged individuals with anomalous origin of the coronary artery from the opposite sinus: a matched cohort study. *Eur Heart J* 2017;**38**:2009-2016.
251. Van Hare GF, Ackerman MJ, Evangelista J-AK, Kovacs RJ, Myerburg RJ, Shafer KM, Warnes CA, Washington RL. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 4: Congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation* 2015;**132**:e281-91.
252. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000;**35**:1493-1501.
253. Finocchiaro G, Behr ER, Tanzarella G, Papadakis M, Malhotra A, Dhutia H, Miles C, Diemberger I, Sharma S, Sheppard MN. Anomalous coronary artery origin and sudden cardiac death: clinical and pathological insights from a national pathology registry. *JACC Clin Electrophysiol* 2019;**5**:516-522.
254. Yamada R, Tremmel JA, Tanaka S, Lin S, Kobayashi Y, Hollak MB, Yock PG, Fitzgerald PJ, Schnittger I, Honda Y. Functional versus anatomic assessment of myocardial bridging by intravascular ultrasound: impact of arterial compression on proximal atherosclerotic plaque. *J Am Heart Assoc* 2016;**5**:e001735.
255. Cerrato E, Barbero U, D'Ascenzo F, Taha S, Biondi-Zoccai G, Omede P, Bianco M, Echavarría-Pinto M, Escaned J, Gaita F, Varbella F. What is the optimal treatment for symptomatic patients with isolated coronary myocardial bridge? A systematic review and pooled analysis. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2017;**18**:758-770.
256. Dimitriu-Leen AC, van Rosendaal AR, Smit JM, van Elst T, van Geloven N, Maanittu T, Jukema JW, Delgado V, Scholte AJHA, Saraste A, Knuuti J, Bax JJ. Long-term prognosis of patients with intramural course of coronary arteries assessed with CT angiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017;**10**:1451-1458.
257. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, Bueno H, Cleland JGF, Coats AJS, Falk V, Gonzalez-Juanatey JR, Harjola V-P, Jankowska EA, Jessup M, Linde C, Nihoyannopoulos P, Parissis JT, Pieske B, Riley JP, Rosano GMC, Ruilope LM, Ruschitzka F, Rutten FH, van der Meer P. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2016;**37**:2129-2200.
258. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJS. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004;**328**:189.
259. Taylor RS, Walker S, Smart NA, Piepoli MF, Warren FC, Ciani O, O'Connor C, Whellan D, Keteyian SJ, Coats A, Davos CH, Dalal HM, Dracup K, Evangelista L, Jolly K, Myers J, McKelvie RS, Nilsson BB, Passino C, Witham MD, Yeh GY, Zwisler A-DO. Impact of exercise-based cardiac rehabilitation in patients with heart failure (ExTraMATCH II) on mortality and hospitalisation: an individual patient data meta-analysis of randomised trials. *Eur J Heart Fail* 2018;**20**:1735-1743.
260. Long L, Mordi IR, Bridges C, Sagar VA, Davies EJ, Coats AJ, Dalal H, Rees K, Singh SJ, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2019;**1**:CD003331.
261. Rees K, Taylor RS, Singh S, Coats AJS, Ebrahim S. Exercise based rehabilitation for heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2004;CD003331.
262. Taylor RS, Walker S, Smart NA, Piepoli MF, Warren FC, Ciani O, Whellan D, O'Connor C, Keteyian SJ, Coats A, Davos CH, Dalal HM, Dracup K, Evangelista LS, Jolly K, Myers J, Nilsson BB, Passino C, Witham MD, Yeh GY. Impact of exercise rehabilitation on exercise capacity and quality-of-life in heart failure: individual participant meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2019;**73**:1430-1443.
263. Pandey A, Parashar A, Kumbhani D, Agarwal S, Garg J, Kitzman D, Levine B, Drazner M, Berry J. Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circ Heart Fail* 2015;**8**:33-40.
264. Sagar VA, Davies EJ, Briscoe S, Coats AJS, Dalal HM, Lough F, Rees K, Singh S, Taylor RS. Exercise-based rehabilitation for heart failure: systematic review and meta-analysis. *Open Heart* 2015;**2**:e000163.
265. Corra U, Agostoni PG, Anker SD, Coats AJS, Crespo Leiro MG, de Boer RA, Harjola V-P, Hill L, Lainscak M, Lund LH, Metra M, Ponikowski P, Riley J, Seferovic PM, Piepoli MF. Role of cardiopulmonary exercise testing in clinical stratification in heart failure. A position paper from the Committee on Exercise Physiology and Training of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail* 2018;**20**:3-15.
266. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *Eur J Appl Physiol* 2013;**113**:147-155.
267. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, Leifer ES, Kraus WE, Kitzman DW, Blumenthal JA, Rendall DS, Miller NH, Fleg JL, Schulman KA, McKelvie RS, Zannad F, Pina-IL, for the HF-ACTION Investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009;**301**:1439-1450.
268. Rognmo O, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Molstad P, Myhr NE, Grimsø J, Wisloff U. Cardiovascular risk of high-versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation* 2012;**126**:1436-1440.
269. Ellingsen O, Halle M, Conraads V, Stoylen A, Dalen H, Delagardelle C, Larsen A-I, Hole T, Mezzani A, Van Craenenbroeck EM, Videm V, Beckers P, Christle JW, Winzer E, Mangner N, Woitek F, Holtriegel R, Pressler A, Monk-Hansen T, Snoer M, Feiereisen P, Valborgland T, Kjekshus J, Hambrecht R, Gielen S, Karlsen T, Prescott E, Linke A. High-intensity interval training in patients with heart failure with reduced ejection fraction. *Circulation* 2017;**135**:839-849.
270. Piepoli MF, Conraads V, Corra U, Dickstein K, Francis DP, Jaarsma T, McMurray J, Pieske B, Piotrowicz E, Schmid J-P, Anker SD, Solal AC, Filippatos GS, Hoes AW, Gielen S, Giannuzzi P, Ponikowski PP. Exercise training in heart failure: from theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Heart Fail* 2011;**13**:347-357.
271. Corra U, Piepoli MF, Carre F, Heuschmann P, Hoffmann U, Verschuren M, Halcox J, Giannuzzi P, Saner H, Wood D, Piepoli MF, Corra U, Benzer W, Bjarnason-Wehrens B, Dendale P, Gaita D, McGee H, Mendes M, Niebauer J, Zwisler A-DO, Schmid J-P. Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training: key components of the position paper from the Cardiac Rehabilitation Section of the European Association of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur Heart J* 2010;**31**:1967-1974.
272. Gayda M, Ribeiro PAB, Juneau M, Nigam A. Comparison of different forms of exercise training in patients with cardiac disease: where does high-intensity interval training fit? *Can J Cardiol* 2016;**32**:485-494.
273. Gomes Neto M, Duraes AR, Conceicao LSR, Saquetto MB, Ellingsen O, Carvalho VO. High intensity interval training versus moderate intensity

- continuous training on exercise capacity and quality of life in patients with heart failure with reduced ejection fraction: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2018;**261**:134-141.
274. Cornelis J, Beckers P, Taeymans J, Vrints C, Vissers D. Comparing exercise training modalities in heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2016;**221**:867-876.
 275. Conraads VM, Beckers PJ. Exercise training in heart failure: practical guidance. *Heart* 2010;**96**:2025-2031.
 276. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;**116**:572-584.
 277. Giuliano C, Karahalios A, Neil C, Allen J, Levinger I. The effects of resistance training on muscle strength, quality of life and aerobic capacity in patients with chronic heart failure - a meta-analysis. *Int J Cardiol* 2017;**227**:413-423.
 278. Alvarez P, Hannawi B, Guha A. Exercise and heart failure: advancing knowledge and improving care. *Methodist Deakey Cardiovasc J* 2016;**12**:110-115.
 279. Sadek Z, Salami A, Joumaa WH, Awada C, Ahmadi S, Ramadan W. Best mode of inspiratory muscle training in heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Prev Cardiol* 2018;**25**:1691-1701.
 280. Smart NA, Giallauria F, Dieberg G. Efficacy of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2013;**167**:1502-1507.
 281. Neto MG, Martinez BP, Conceicao CS, Silva PE, Carvalho VO. Combined exercise and inspiratory muscle training in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2016;**36**:395-401.
 282. Wu J, Kuang L, Fu L. Effects of inspiratory muscle training in chronic heart failure patients: a systematic review and meta-analysis. *Congenit Heart Dis* 2018;**13**:194-202.
 283. Tei C, Horikiri Y, Park JC, Jeong JW, Chang KS, Toyama Y, Tanaka N. Acute hemodynamic improvement by thermal vasodilation in congestive heart failure. *Circulation* 1995;**91**:2582-2590.
 284. Adsett JA, Mudge AM, Morris N, Kuys S, Paratz JD. Aquatic exercise training and stable heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2015;**186**:22-28.
 285. Omar W, Pandey A, Haykowsky MJ, Berry JD, Lavie CJ. The evolving role of cardiorespiratory fitness and exercise in prevention and management of heart failure. *Curr Heart Fail Rep* 2018;**15**:75-80.
 286. Edelmann F, Gelbrich G, Dungen H-D, Frohling S, Wachter R, Stahrenberg R, Binder L, Topper A, Lashki DJ, Schwarz S, Herrmann-Lingen C, Löffler M, Hasenfuss G, Halle M, Pieske B. Exercise training improves exercise capacity and diastolic function in patients with heart failure with preserved ejection fraction: results of the Ex-DHF (exercise training in diastolic heart failure) pilot study. *J Am Coll Cardiol* 2011;**58**:1780-1791.
 287. Kitzman DW, Brubaker P, Morgan T, Haykowsky M, Hundley G, Kraus WE, Eggebeen J, Nicklas BJ. Effect of caloric restriction or aerobic exercise training on peak oxygen consumption and quality of life in obese older patients with heart failure with preserved ejection fraction: a randomized clinical trial. *JAMA* 2016;**315**:36-46.
 288. Kitzman DW, Brubaker PH, Morgan TM, Stewart KP, Little WC. Exercise training in older patients with heart failure and preserved ejection fraction: a randomized, controlled, single-blind trial. *Circ Heart Fail* 2010;**3**:659-667.
 289. Alves AJ, Ribeiro F, Goldhammer E, Rivlin Y, Rosenschein U, Viana JL, Duarte JA, Sagiv M, Oliveira J. Exercise training improves diastolic function in heart failure patients. *Med Sci Sports Exerc* 2012;**44**:776-785.
 290. Gary RA, Sueta CA, Dougherty M, Rosenberg B, Cheek D, Preisser J, Neelon V, McMurray R. Home-based exercise improves functional performance and quality of life in women with diastolic heart failure. *Heart Lung* 2004;**33**:210-218.
 291. Smart NA, Haluska B, Jeffriess L, Leung D. Exercise training in heart failure with preserved systolic function: a randomized controlled trial of the effects on cardiac function and functional capacity. *Congest Heart Fail* 2012;**18**:295-301.
 292. Pandey A, Garg S, Khunger M, Darden D, Ayers C, Kumbhani DJ, Mayo HG, de Lemos JA, Berry JD. Dose-response relationship between physical activity and risk of heart failure: a meta-analysis. *Circulation* 2015;**132**:1786-1794.
 293. Adams V, Reich B, Uhlemann M, Niebauer J. Molecular effects of exercise training in patients with cardiovascular disease: focus on skeletal muscle, endothelium, and myocardium. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2017;**313**:H72-H88.
 294. Pathak RK, Middeldorp ME, Meredith M, Mehta AB, Mahajan R, Wong CX, Twomey D, Elliott AD, Kalman JM, Abhayaratna WP, Lau DH, Sanders P. Long-term effect of goal-directed weight management in an atrial fibrillation cohort: a long-term follow-up study (LEGACY). *J Am Coll Cardiol* 2015;**65**:2159-2169.
 295. Hollekim-Strand SM, Bjorgaas MR, Albrektsen G, Tjonna AE, Wisloff U, Ingul CB. High-intensity interval exercise effectively improves cardiac function in patients with type 2 diabetes mellitus and diastolic dysfunction: a randomized controlled trial. *J Am Coll Cardiol* 2014;**64**:1758-1760.
 296. Angadi SS, Mookadam F, Lee CD, Tucker WJ, Haykowsky MJ, Gaesser GA. High-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous exercise training in heart failure with preserved ejection fraction: a pilot study. *J Appl Physiol* 2015;**119**:753-758.
 297. Pathak RK, Elliott A, Middeldorp ME, Meredith M, Mehta AB, Mahajan R, Hendriks JML, Twomey D, Kalman JM, Abhayaratna WP, Lau DH, Sanders P. Impact of CARDIOrespiratory FITness on arrhythmia recurrence in obese individuals with atrial fibrillation: the CARDIO-FIT Study. *J Am Coll Cardiol* 2015;**66**:985-996.
 298. Howden EJ, Sarma S, Lawley JS, Opondo M, Cornwell W, Stoller D, Urey MA, Adams-Huet B, Levine BD. Reversing the cardiac effects of sedentary aging in middle age - a randomized controlled trial: implications for heart failure prevention. *Circulation* 2018;**137**:1549-1560.
 299. Edelmann F, Wachter R, Schmidt AG, Kraigher-Krainer E, Colantonio C, Kamke W, Duvinage A, Stahrenberg R, Durstewitz K, Löffler M, Dungen H-D, Tschope C, Herrmann-Lingen C, Halle M, Hasenfuss G, Gelbrich G, Pieske B. Effect of spironolactone on diastolic function and exercise capacity in patients with heart failure with preserved ejection fraction: the Aldo-DHF randomized controlled trial. *JAMA* 2013;**309**:781-791.
 300. Givertz MM, Hartley LH, Colucci WS. Long-term sequential changes in exercise capacity and chronotropic responsiveness after cardiac transplantation. *Circulation* 1997;**96**:232-237.
 301. Hadedank D, Ewert R, Hummel M, Wensel R, Hetzer R, Anker SD. Changes in exercise capacity, ventilation, and body weight following heart transplantation. *Eur J Heart Fail* 2007;**9**:310-316.
 302. Mandak JS, Aaronson KD, Mancini DM. Serial assessment of exercise capacity after heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 1995;**14**:468-478.
 303. Grupper A, Gewirtz H, Kushwaha S. Reinnervation post-heart transplantation. *Eur Heart J* 2018;**39**:1799-1806.
 304. Tucker WJ, Beaudry RI, Samuel TJ, Nelson MD, Halle M, Baggish AL, Haykowsky MJ. Performance limitations in heart transplant recipients. *Exerc Sport Sci Rev* 2018;**46**:144-151.
 305. Anderson L, Nguyen TT, Dall CH, Burgess L, Bridges C, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation in heart transplant recipients. *Cochrane Database Syst Rev* 2017;**4**:CD012264.
 306. Esefeld K, Fricke H, Haykowsky M, Halle M. Ultra-endurance exercise in a heart transplant athlete: influence on myocardial function and biomarkers. *Eur J Prev Cardiol* 2020;**27**:885-887. doi: 10.1177/2047487318808636. Epub 2018 Nov 5.
 307. Rosenbaum AN, Kremers WK, Schirger JA, Thomas RJ, Squires RW, Allison TG, Daly RC, Kushwaha SS, Edwards BS. Association between early cardiac rehabilitation and long-term survival in cardiac transplant recipients. *Mayo Clin Proc* 2016;**91**:149-156.
 308. Bachmann JM, Shah AS, Duncan MS, Greevy RAJ, Graves AJ, Ni S, Ooi HH, Wang TJ, Thomas RJ, Whooley MA, Freiberg MS. Cardiac rehabilitation and readmissions after heart transplantation. *J Heart Lung Transplant* 2018;**37**:467-476.
 309. Haykowsky MJF, Riess KJ, Baggish AL. Heart transplant recipient finishes the 118th Boston Marathon 27 years post-surgery. *J Heart Lung Transplant* 2014;**33**:1197.
 310. Haykowsky MJ, Halle M, Baggish A. Upper limits of aerobic power and performance in heart transplant recipients: legacy effect of prior endurance training. *Circulation* 2018;**137**:650-652.
 311. Nytrøen K, Gullestad L. Exercise after heart transplantation: an overview. *World J Transplant* 2013;**3**:78-90.
 312. Rustad LA, Nytrøen K, Amundsen BH, Gullestad L, Aakhus S. One year of high-intensity interval training improves exercise capacity, but not left ventricular function in stable heart transplant recipients: a randomised controlled trial. *Eur J Prev Cardiol* 2012;**21**:181-191.
 313. Baumgartner H, Falk V, Bax JJ, De Bonis M, Hamm C, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Rodriguez Mu~noz D, Rosenhek R, Sjögren J, Tornos Mas P, Vahanian A, Walther T, Wendler O, Windecker S, Zamorano JL. 2017

- ESC/ EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J* 2017;**38**:2739-2791.
314. Rosenhek R, Rader F, Klaar U, Gabriel H, Krejc M, Kalbeck D, Schemper M, Maurer G, Baumgartner H. Outcome of watchful waiting in asymptomatic severe mitral regurgitation. *Circulation* 2006;**113**:2238-2244.
 315. Baumgartner HC, Hung JC-C, Bermejo J, Chambers JB, Edvardsen T, Goldstein S, Lancellotti P, LeFevre M, Miller FJ, Otto CM. Recommendations on the echocardiographic assessment of aortic valve stenosis: a focused update from the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017;**18**:254-275.
 316. Clavel M-A, Burwash IG, Pibarot P. Cardiac imaging for assessing low-gradient severe aortic stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2017;**10**:185-202.
 317. Morise AP. Exercise testing in nonatherosclerotic heart disease: hypertrophic cardiomyopathy, valvular heart disease, and arrhythmias. *Circulation* 2011;**123**:216-225.
 318. Lee JKT, Franzone A, Lanz J, Siontis GCM, Stortecky S, Grani C, Roost E, Windecker S, Pilgrim T. Early detection of subclinical myocardial damage in chronic aortic regurgitation and strategies for timely treatment of asymptomatic patients. *Circulation* 2018;**137**:184-196.
 319. Pelliccia A, Caselli S, Sharma S, Basso C, Bax JJ, Corrado D, D'Andrea A, D'Ascenzi F, Di Paolo FM, Edvardsen T, Gati S, Galderisi M, Heidbuchel H, Nchimi A, Nieman K, Papadakis M, Pisicchio C, Schmied C, Popescu BA, Habib G, Grobbee D, Lancellotti P. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete's heart. *Eur Heart J* 2018;**39**:1949-1969.
 320. Verma S, Siu SC. Aortic dilatation in patients with bicuspid aortic valve. *N Engl J Med* 2014;**370**:1920-1929.
 321. Michelena HI, Khanna AD, Mahoney D, Margaryan E, Topilsky Y, Suri RM, Eidem B, Edwards WD, Sundt TM 3rd, Enriquez-Sarano M. Incidence of aortic complications in patients with bicuspid aortic valves. *JAMA* 2011;**306**:1104-1112.
 322. Harris KM, Tung M, Haas TS, Maron BJ. Under-recognition of aortic and aortic valve disease and the risk for sudden death in competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2015;**65**:860-862.
 323. Spataro A, Pelliccia A, Rizzo M, Biffi A, Masazza G, Pigozzi F. The natural course of bicuspid aortic valve in athletes. *Int J Sports Med* 2008;**29**:81-85.
 324. Tzemos N, Therrien J, Yip J, Thanassoulis G, Tremblay S, Jamorski MT, Webb GD, Siu SC. Outcomes in adults with bicuspid aortic valves. *JAMA* 2008;**300**:1317-1325.
 325. Boraita A, Morales-Acuna F, Marina-Breyse M, Heras M-E, Canda A, Fuentes M-E, Chacon A, Diaz-Gonzalez L, Rabadan M, Parra Laca B, Perez de Isla L, Tunon J. Bicuspid aortic valve behaviour in elite athletes. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2019;**20**:772-780.
 326. Bonow RO, Nishimura RA, Thompson PD, Udelson JE. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 5: Valvular heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation* 2015;**132**:e292-e297.
 327. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Spataro A, Caselli G. Athlete's heart in women. Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA* 1996;**276**:211-215.
 328. Delling FN, Rong J, Larson MG, Lehman B, Osypuk E, Stantchev P, Slaugenhaupt SA, Benjamin EJ, Levine RA, Vasan RS. Familial clustering of mitral valve prolapse in the community. *Circulation* 2015;**131**:263-268.
 329. Freed LA, Levy D, Levine RA, Larson MG, Evans JC, Fuller DL, Lehman B, Benjamin EJ. Prevalence and clinical outcome of mitral-valve prolapse. *N Engl J Med* 1999;**341**:1-7.
 330. Jeresaty RM. Mitral valve prolapse: definition and implications in athletes. *J Am Coll Cardiol* 1986;**7**:231-236.
 331. Avierinos J-F, Gersh BJ, Melton LJ 3rd, Bailey KR, Shub C, Nishimura RA, Tajik AJ, Enriquez-Sarano M. Natural history of asymptomatic mitral valve prolapse in the community. *Circulation* 2002;**106**:1355-1361.
 332. Basso C, Perazzolo Marra M, Rizzo S, De Lazzari M, Giorgi B, Cipriani A, Frigo AC, Rigato I, Migliore F, Pilichou K, Bertaglia E, Cacciavillani L, Bauce B, Corrado D, Thiene G, Illiceto S. Arrhythmic mitral valve prolapse and sudden cardiac death. *Circulation* 2015;**132**:556-566.
 333. Dejgaard LA, Skjoldsvik ET, Lie OH, Ribe M, Stokke MK, Hegbom F, Scheirlynk ES, Gjertsen E, Andresen K, Helle-Valle TM, Hopp E, Edvardsen T, Haugaa KH. The mitral annulus disjunction arrhythmic syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2018;**72**:1600-1609.
 334. Perazzolo Marra M, Basso C, De Lazzari M, Rizzo S, Cipriani A, Giorgi B, Lacognata C, Rigato I, Migliore F, Pilichou K, Cacciavillani L, Bertaglia E, Frigo AC, Bauce B, Corrado D, Thiene G, Illiceto S. Morphofunctional abnormalities of mitral annulus and arrhythmic mitral valve prolapse. *Circ Cardiovasc Imaging* 2016;**9**:e005030.
 335. Cristina B, Sabino I, Gaetano T, Martina PM. Mitral valve prolapse, ventricular arrhythmias, and sudden death. *Circulation* 2019;**140**:952-964.
 336. Gati S, Malhotra A, Sharma S. Exercise recommendations in patients with valvular heart disease. *Heart* 2019;**105**:106-110.
 337. Caselli S, Mango F, Clark J, Pandian NG, Corrado D, Autore C, Pelliccia A. Prevalence and clinical outcome of athletes with mitral valve prolapse. *Circulation* 2018;**137**:2080-2082.
 338. Ermakov S, Gulhar R, Lim L, Bibby D, Fang Q, Nah G, Abraham TP, Schiller NB, Delling FN. Left ventricular mechanical dispersion predicts arrhythmic risk in mitral valve prolapse. *Heart* 2019;**105**:1063-1069.
 339. Groves PH, Lewis NP, Ikram S, Maire R, Hall RJ. Reduced exercise capacity in patients with tricuspid regurgitation after successful mitral valve replacement for rheumatic mitral valve disease. *Br Heart J* 1991;**66**:295-301.
 340. Andersen MJ, Nishimura RA, Borlaug BA. The hemodynamic basis of exercise intolerance in tricuspid regurgitation. *Circ Heart Fail* 2014;**7**:911-917.
 341. Erbel R, Aboyans V, Boileau C, Bossone E, Bartolomeo R Di, Eggebrecht H, Evangelista A, Falk V, Frank H, Gaemperli O, Grabenwoger M, Haverich A, Iung B, Manolis AJ, Meijboom F, Nienaber CA, Roffi M, Rousseau H, Sechtem U, Sirnes PA, Allmen RS von, Vrints CJM. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and treatment of aortic diseases: document covering acute and chronic aortic diseases of the thoracic and abdominal aorta of the adult. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Aortic Diseases of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014;**35**:2873-2926.
 342. Braverman AC, Harris KM, Kovacs RJ, Maron BJ. Eligibility and Disqualification Recommendations for Competitive Athletes With Cardiovascular Abnormalities: Task Force 7: Aortic diseases, including Marfan syndrome: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 2015;**66**:2398-2405.
 343. Hiratzka LF, Bakris GL, Beckman JA, Bersin RM, Carr VF, Casey DEJ, Eagle KA, Hermann LK, Isselbacher EM, Kazerooni EA, Kouchoukos NT, Lytle BW, Milewicz DM, Reich DL, Sen S, Shinn JA, Svensson LG, Williams DM. 2010 ACCF/AHA/AATS/ACR/ASA/SCA/SCAI/SIR/STS/SVM guidelines for the diagnosis and management of patients with thoracic aortic disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2010;**121**:e266-369.
 344. Boraita A, Heras M-E, Morales F, Marina-Breyse M, Canda A, Rabadan M, Barriopedro M-I, Varela A, de la Rosa A, Tunon J. Reference values of aortic root in male and female white elite athletes according to sport. *Circ Cardiovasc Imaging* 2016;**9**:e005292.
 345. Iskandar A, Thompson PD. A meta-analysis of aortic root size in elite athletes. *Circulation* 2013;**127**:791-798.
 346. Pelliccia A, Di Paolo FM, De Blasiis E, Quattrini FM, Pisicchio C, Guerra E, Culasso F, Maron BJ. Prevalence and clinical significance of aortic root dilation in highly trained competitive athletes. *Circulation* 2010;**122**:698-706.
 347. Gati S, Malhotra A, Sedgwick C, Papamichael N, Dhutia H, Sharma R, Child AH, Papadakis M, Sharma S. Prevalence and progression of aortic root dilatation in highly trained young athletes. *Heart* 2019;**105**:920-925.
 348. Benninghoven D, Hamann D, von Kodolitsch Y, Rybczynski M, Lechinger J, Schroeder F, Vogler M, Hoberg E. Inpatient rehabilitation for adult patients with Marfan syndrome: an observational pilot study. *Orphanet J Rare Dis* 2017;**12**:127.
 349. Thijssen CGE, Bons LR, Gökalp AL, Van Kimmenade RRJ, Mokhles MM, Pelliccia A, Takkenberg JJM, Roos-Hesselink JW. Exercise and sports participation in patients with thoracic aortic disease: a review. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2019;**17**:251-266.
 350. Itagaki R, Kimura N, Itoh S, Yamaguchi A, Adachi H. Acute type a aortic dissection associated with a sporting activity. *Surg Today* 2017;**47**:1163-1171.
 351. Stefani L, Galanti G, Toncelli L, Manetti P, Vono MC, Rizzo M, Maffulli N. Bicuspid aortic valve in competitive athletes. *Br J Sports Med* 2008;**42**:31-5; discussion 35.
 352. Gibson C, Nielsen C, Alex R, Cooper K, Farney M, Gauvin D, Cui JZ, van Breemen C, Broderick TL, Vallejo-Elias J, Esfandiari M. Mild aerobic exercise blocks

- elastin fiber fragmentation and aortic dilatation in a mouse model of Marfan syndrome associated aortic aneurysm. *J Appl Physiol* 2017;**123**:147-160.
353. Mas-Stachurska A, Siegert A-M, Batlle M, Blanco Gorbenko Del, Meirelles, D, Rubies, T, Bonorino, C, Serra-Peinado, F, Bijmens, C, Baudin, B, Sitges, J, Mont, M, Guasch, L Egea, E G. Cardiovascular benefits of moderate exercise training in Marfan syndrome: insights from an animal model. *J Am Heart Assoc* 2017;**6**:pii:e006438.
 354. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation* 2009;**119**:1085-1092.
 355. Elliott PM, Anastasakis A, Borger MA, Borggrefe M, Cecchi F, Charron P, Hagege AA, Lafont A, Limongelli G, Mahrholdt H, McKenna WJ, Mogensen J, Nihoyannopoulos P, Nistri S, Pieper PG, Pieske B, Rapezzi C, Rutten FH, Tillmanns C, Watkins H. 2014 ESC Guidelines on diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy: the Task Force for the diagnosis and management of hypertrophic cardiomyopathy of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014;**35**:2733-2779.
 356. Maron BJ, Chaitman BR, Ackerman MJ, Bayés de Luna A, Corrado D, Crosson JE, Deal BJ, Driscoll DJ, Estes NAM, Araújo CGS, Liang DH, Mitten MJ, Myerburg RJ, Pelliccia A, Thompson PD, Towbin JA VCS. Working Groups of the American Heart Association Committee on Exercise Cardiac Rehabilitation and Prevention, Councils on Clinical Cardiology and Cardiovascular Disease in the Young. Recommendations for physical activity and recreational sports participation. *Circulation* 2004;**109**:2807-2816.
 357. Maron BJ, Ackerman MJ, Nishimura RA, Pyeritz RE, Towbin JA, Udelson JE. Task Force 4: HCM and other cardiomyopathies, mitral valve prolapse, myocarditis, and Marfan syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2005;**45**:1340-1345.
 358. Dejgaard LA, Haland TF, Lie OH, Ribe M, Bjune T, Leren IS, Berge KE, Edvardsen T, Haugaa KH. Vigorous exercise in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Cardiol* 2018;**250**:157-163.
 359. Lampert R, Olshansky B, Heidbuchel H, Lawless C, Saarel E, Ackerman M, Calkins H, Estes NAM, Link MS, Maron BJ, Marcus F, Scheinman M, Wilkoff BL, Zipes DP, Berul CI, Cheng A, Jordaens L, Law I, Loomis M, Willems R, Barth C, Broos K, Brandt C, Dziura J, Li F, Simone L, Vandenberghe K, Cannom D. Safety of sports for athletes with implantable cardioverter-defibrillators: long-term results of a prospective multinational registry. *Circulation* 2017;**135**:2310-2312.
 360. Pelliccia A, Lemme E, Maestrini V, Di Paolo FM, Picicchio C, Di Gioia G, Caselli S. Does sport participation worsen the clinical course of hypertrophic cardiomyopathy? Clinical outcome of hypertrophic cardiomyopathy in athletes. *Circulation* 2018;**137**:531-533.
 361. Finocchiaro G, Papadakis M, Tanzarella G, Dhutia H, Miles C, Tome M, Behr ER, Sharma S, Sheppard MN. Sudden death can be the first manifestation of hypertrophic cardiomyopathy: data from a United Kingdom Pathology Registry. *JACC Clin Electrophysiol* 2019;**5**:252-254.
 362. Klempfner R, Kamerman T, Schwammenthal E, Nahshon A, Hay I, Goldenberg I, Dov F, Arad M. Efficacy of exercise training in symptomatic patients with hypertrophic cardiomyopathy: results of a structured exercise training program in a cardiac rehabilitation center. *Eur J Prev Cardiol* 2015;**22**:13-19.
 363. Saberi S, Wheeler M, Bragg-Gresham J, Hornsby W, Agarwal PP, Attili A, Concannon M, Dries AM, Shmargad Y, Salisbury H, Kumar S, Herrera JJ, Myers J, Helms AS, Ashley EA, Day SM. Effect of moderate-intensity exercise training on peak oxygen consumption in patients with hypertrophic cardiomyopathy: a randomized clinical trial. *JAMA* 2017;**317**:1349-1357.
 364. Sheikh N, Papadakis M, Panoulas VF, Prakash K, Millar L, Adami P, Zaidi A, Gati S, Wilson M, Carr-White G, Tomé MTE, Behr ER, Sharma S. Comparison of hypertrophic cardiomyopathy in Afro-Caribbean versus white patients in the UK. *Heart* 2016;**102**:1797-1804.
 365. Sorajja P, Ommen SR, Nishimura RA, Gersh BJ, Berger PB, Tajik AJ. Adverse prognosis of patients with hypertrophic cardiomyopathy who have epicardial coronary artery disease. *Circulation* 2003;**108**:2342-2348.
 366. Adabag AS, Casey SA, Kuskowski MA, Zenovich AG, Maron BJ. Spectrum and prognostic significance of arrhythmias on ambulatory Holter electrocardiogram in hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2005;**45**:697-704.
 367. Mentias A, Raissi-Giglou P, Smedira NG, Feng K, Sato K, Wazni O, Kanj M, Flamm SD, Thamilarasan M, Popovic ZB, Lever HM, Desai MY. Late gadolinium enhancement in patients with hypertrophic cardiomyopathy and preserved systolic function. *J Am Coll Cardiol* 2018;**72**:857-870.
 368. Weng Z, Yao J, Chan RH, He J, Yang X, Zhou Y, He Y. Prognostic value of LGE-CMR in HCM: a meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging* 2016;**9**:1392-1402.
 369. Chan RH, Maron BJ, Olivetto I, Pencina MJ, Assenza GE, Haas T, Lesser JR, Gruner C, Crean AM, Rakowski H, Udelson JE, Rowin E, Lombardi M, Cecchi F, Tomberli B, Spirito P, Formisano F, Biagini E, Rapezzi C, De Cecco CN, Autore C, Cook EF, Hong SN, Gibson CM, Manning WJ, Appelbaum E, Maron MS. Prognostic value of quantitative contrast-enhanced cardiovascular magnetic resonance for the evaluation of sudden death risk in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 2014;**130**:484-495.
 370. Ismail TF, Jabbour A, Gulati A, Mallorie A, Raza S, Cowling TE, Das B, Khwaja J, Alpendurada FD, Wage R, Roughton M, McKenna WJ, Moon JC, Varnava A, Shakespeare C, Cowie MR, Cook SA, Elliott P, O'Hanlon R, Pennell DJ, Prasad SK. Role of late gadolinium enhancement cardiovascular magnetic resonance in the risk stratification of hypertrophic cardiomyopathy. *Heart* 2014;**100**:1851-1858.
 371. Olivetto I, Maron BJ, Monteregegi A, Mazzuoli F, Dolara A, Cecchi F. Prognostic value of systemic blood pressure response during exercise in a community-based patient population with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 1999;**33**:2044-2051.
 372. Sadoul N, Prasad K, Elliott PM, Bannerjee S, Frenneaux MP, McKenna WJ. Prospective prognostic assessment of blood pressure response during exercise in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation* 1997;**96**:2987-2991.
 373. O'Mahony C, Jichi F, Pavlou M, Monserrat L, Anastasakis A, Rapezzi C, Biagini E, Gimeno JR, Limongelli G, McKenna WJ, Omar RZ, Elliott PM. A novel clinical risk prediction model for sudden cardiac death in hypertrophic cardiomyopathy (HCM risk-SCD). *Eur Heart J* 2014;**35**:2010-2020.
 374. Spirito P, Autore C, Formisano F, Assenza GE, Biagini E, Haas TS, Bongioanni S, Semsarian C, Devoto E, Musumeci B, Lai F, Yeates L, Conte MR, Rapezzi C, Boni L, Maron BJ. Risk of sudden death and outcome in patients with hypertrophic cardiomyopathy with benign presentation and without risk factors. *Am J Cardiol* 2014;**113**:1550-1555.
 375. Marcus FI, McKenna WJ, Sherrill D, Basso C, Bauce B, Bluemke DA, Calkins H, Corrado D, Cox MGPJ, Daubert JP, Fontaine G, Gear K, Hauer R, Nava A, Picard MH, Protonotarios N, Saffitz JE, Sanborn DM, Steinberg JS, Tandri H, Thiene G, Towbin JA, Tsatsopoulou A, Wichter T, Zareba W. Diagnosis of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia: proposed modification of the task force criteria. *Circulation* 2010;**121**:1533-1541.
 376. Miles C, Finocchiaro G, Papadakis M, Gray B, Westaby J, Ensam B, Basu J, Parry-Williams G, Papatheodorou E, Paterson C, Malhotra A, Robertus JL, Ware JS, Cook SA, Asimaki A, Witney A, Chis Ster I, Tome M, Sharma S, Behr ER, Sheppard MN. Sudden death and left ventricular involvement in arrhythmogenic cardiomyopathy. *Circulation* 2019;**139**:1786-1797.
 377. Sen-Chowdhry S, Syrris P, Prasad SK, Hughes SE, Merrifield R, Ward D, Pennell DJ, McKenna WJ. Left-dominant arrhythmogenic cardiomyopathy: an under-recognized clinical entity. *J Am Coll Cardiol* 2008;**52**:2175-2187.
 378. Corrado D, van Tintelen PJ, McKenna WJ, Hauer RNW, Anastasakis A, Asimaki A, Basso C, Bauce B, Bruckhorst C, Bucciarelli-Ducci C, Duru F, Elliott P, Hamilton RM, Haugaa KH, James CA, Judge D, Link MS, Marchlinski FE, Mazzanti A, Mestroni L, Pantazis A, Pelliccia A, Marra MP, Pilichou K, Platonov PG, Protonotarios A, Rampazzo A, Saffitz JE, Saguner AM, Schmied C, Sharma S, Tandri H, Te Riele ASJM, Thiene G, Tsatsopoulou A, Zareba W, Zorzi A, Wichter T, Marcus FI, Calkins H. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: evaluation of the current diagnostic criteria and differential diagnosis. *Eur Heart J* 2020;**41**:1414-1429.
 379. Calkins H, Corrado D, Marcus F. Risk stratification in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Circulation* 2017;**136**:2068-2082.
 380. Cadrin-Tourigny J, Bosman LP, Nozza A, Wang W, Tadros R, Bhonsale A, Bourfiss M, Fortier A, Lie ØH, Saguner AM, Svensson A, Andorin A, Tichnell C, Murray B, Zeppenfeld K, van den Berg MP, Asselbergs FW, Wilde AAM, Krahn AD, Talajic M, Rivard L, Chelko S, Zimmerman SL, Kamel IR, Crosson JE, Judge DP, Yap S-C, van der Heijden JF, Tandri H, Jongbloed JDH, Guertin M-C, van Tintelen JP, Platonov PG, Duru F, Haugaa KH, Khairy P, Hauer RNW, Calkins H, te Riele ASJM, James CA. A new prediction model for ventricular arrhythmias in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Eur Heart J* 2019;**40**:1850-1858.
 381. Maupain C, Badenco N, Pousset F, Waintraub X, Duthoit G, Chastre T, Himbert C, Hebert J-L, Frank R, Hidden-Lucet F, Gandjbakhch E. Risk stratification in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia without an implantable cardioverter-defibrillator. *JACC Clin Electrophysiol* 2018;**4**:757-768.
 382. Kirchhof P, Fabritz L, Zwiener M, Witt H, Schafers M, Zellerhoff S, Paul M, Athai T, Hiller K-H, Baba HA, Breithardt G, Ruiz P, Wichter T, Levkau B. Age- and training-dependent development of arrhythmogenic right ventricular

- cardiomyopathy in heterozygous plakoglobin-deficient mice. *Circulation* 2006;**114**:1799-1806.
383. Benito B, Gay-Jordi G, Serrano-Mollar A, Guasch E, Shi Y, Tardif J-C, Brugada J, Nattel S, Mont L. Cardiac arrhythmogenic remodeling in a rat model of long-term intensive exercise training. *Circulation* 2011;**123**:13-22.
 384. James CA, Bhonsale A, Tichnell C, Murray B, Russell SD, Tandri H, Tedford RJ, Judge DP, Calkins H. Exercise increases age-related penetrance and arrhythmic risk in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy-associated desmosomal mutation carriers. *J Am Coll Cardiol* 2013;**62**:1290-1297.
 385. Ruwald A-C, Marcus F, Estes NAM 3rd, Link M, McNitt S, Polonsky B, Calkins H, Towbin JA, Moss AJ, Zareba W. Association of competitive and recreational sport participation with cardiac events in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: results from the North American multidisciplinary study of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Eur Heart J* 2015;**36**:1735-1743.
 386. Saberniak J, Hasselberg NE, Borgquist R, Platonov PG, Sarvari SI, Smith H-J, Ribe M, Holst AG, Edvardsen T, Haugaa KH. Vigorous physical activity impairs myocardial function in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and in mutation positive family members. *Eur J Heart Fail* 2014;**16**:1337-1344.
 387. Sawant AC, Bhonsale A, te Riele ASJM, Tichnell C, Murray B, Russell SD, Tandri H, Tedford RJ, Judge DP, Calkins H, James CA. Exercise has a disproportionate role in the pathogenesis of arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy in patients without desmosomal mutations. *J Am Heart Assoc* 2014;**3**:e001471.
 388. Lie OH, Dejgaard LA, Saberniak J, Rootwelt C, Stokke MK, Edvardsen T, Haugaa KH. Harmful effects of exercise intensity and exercise duration in patients with arrhythmogenic cardiomyopathy. *JACC Clin Electrophysiol* 2018;**4**:744-753.
 389. Lampert R, Olshansky B, Heidebuchel H, Lawless C, Saarel E, Ackerman M, Calkins H, Estes NAM, Link MS, Maron BJ, Marcus F, Scheinman M, Wilkoff BL, Zipes DP, Berul CI, Cheng A, Law I, Loomis M, Barth C, Brandt C, Dziura J, Li F, Cannom D. Safety of sports for athletes with implantable cardioverter/defibrillators: results of a prospective, multinational registry. *Circulation* 2013;**127**:2021-2030.
 390. Dalal D, Nasir K, Bomma C, Prakasa K, Tandri H, Piccini J, Roguin A, Tichnell C, James C, Russell SD, Judge DP, Abraham T, Spevak PJ, Blumke DA, Calkins H. Arrhythmogenic right ventricular dysplasia: a United States experience. *Circulation* 2005;**112**:3823-3832.
 391. Gupta R, Tichnell C, Murray B, Rizzo S, Te Riele A, Tandri H, Judge DP, Thiene G, Basso C, Calkins H, James CA. Comparison of features of fatal versus nonfatal cardiac arrest in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2017;**120**:111-117.
 392. Corrado D, Calkins H, Link MS, Leoni L, Favale S, Bevilacqua M, Basso C, Ward D, Boriani G, Ricci R, Piccini JP, Dalal D, Santini M, Buja G, Illiceto S, Estes NAM 3rd, Wichter T, McKenna WJ, Thiene G, Marcus FI. Prophylactic implantable defibrillator in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/ dysplasia and no prior ventricular fibrillation or sustained ventricular tachycardia. *Circulation* 2010;**122**:1144-1152.
 393. Orgeron GM, James CA, Te Riele A, Tichnell C, Murray B, Bhonsale A, Kamel IR, Zimmerman SL, Judge DP, Crosson J, Tandri H, Calkins H. Implantable cardioverter-defibrillator therapy in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/ cardiomyopathy: predictors of appropriate therapy, outcomes, and complications. *J Am Heart Assoc* 2017;**6**.
 394. Sadjadieh G, Jabbari R, Risgaard B, Olesen MS, Haunso S, Tfelt-Hansen J, Winkel BG. Nationwide (Denmark) study of symptoms preceding sudden death due to arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2014;**113**:1250-1254.
 395. Bhonsale A, James CA, Tichnell C, Murray B, Gagarin D, Philips B, Dalal D, Tedford R, Russell SD, Abraham T, Tandri H, Judge DP, Calkins H. Incidence and predictors of implantable cardioverter-defibrillator therapy in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy undergoing implantable cardioverter-defibrillator implantation for primary prevention. *J Am Coll Cardiol* 2011;**58**:1485-1496.
 396. Link MS, Laidlaw D, Polonsky B, Zareba W, McNitt S, Gear K, Marcus F, Estes NAM 3rd. Ventricular arrhythmias in the North American multidisciplinary study of ARVC: predictors, characteristics, and treatment. *J Am Coll Cardiol* 2014;**64**:119-125.
 397. Piccini JP, Dalal D, Roguin A, Bomma C, Cheng A, Prakasa K, Dong J, Tichnell C, James C, Russell S, Crosson J, Berger RD, Marine JE, Tomaselli G, Calkins H. Predictors of appropriate implantable defibrillator therapies in patients with arrhythmogenic right ventricular dysplasia. *Heart Rhythm* 2005;**2**:1188-1194.
 398. Saguner AM, Vecchiati A, Baldinger SH, Rueger S, Medeiros-Domingo A, Mueller-Burri AS, Haegeli LM, Biaggi P, Manka R, Luscher TF, Fontaine G, Delacretaz E, Jenni R, Held L, Brunkhorst C, Duru F, Tanner FC. Different prognostic value of functional right ventricular parameters in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia. *Circ Cardiovasc Imaging* 2014;**7**:230-239.
 399. Wichter T, Paul M, Wollmann C, Acil T, Gerdes P, Ashraf O, Tjan TDT, Soeparwata R, Block M, Borggreffe M, Scheld HH, Breithardt G, Bocker D. Implantable cardioverter/defibrillator therapy in arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: single-center experience of long-term follow-up and complications in 60 patients. *Circulation* 2004;**109**:1503-1508.
 400. Rigato I, Bauce B, Rampazzo A, Zorzi A, Pilichou K, Mazzotti E, Migliore F, Marra MP, Lorenzon A, De Bortoli M, Calore M, Nava A, Daliento L, Gregori D, Illiceto S, Thiene G, Basso C, Corrado D. Compound and digenic heterozygosity predicts lifetime arrhythmic outcome and sudden cardiac death in desmosomal gene-related arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Genet* 2013;**6**:533-542.
 401. Gandjbakhch E, Redheuil A, Pousset F, Charron P, Frank R. Clinical diagnosis, imaging, and genetics of arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/ dysplasia: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2018;**72**:784-804.
 402. Merner ND, Hodgkinson KA, Haywood AFM, Connors S, French VM, Drenckhahn J-D, Kupprion C, Ramadanova K, Thierfelder L, McKenna W, Gallagher B, Morris-Larkin L, Bassett AS, Parfrey PS, Young T-L. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy type 5 is a fully penetrant, lethal arrhythmic disorder caused by a missense mutation in the TMEM43 gene. *Am J Hum Genet* 2008;**82**:809-821.
 403. Dhutia H, Malhotra A, Yeo TJ, Ster IC, Gabus V, Steriotis A, Dores H, Mellor G, Garcia-Corralles C, Ensam B, Jayalapan V, Ezzat VA, Finocchiaro G, Gati S, Papadakis M, Tome-Esteban M, Sharma S. Inter-rater reliability and downstream financial implications of electrocardiography screening in young athletes. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2017;**10**:e003881.
 404. Gati S, Rajani R, Carr-White GS, Chambers JB. Adult left ventricular noncompaction: reappraisal of current diagnostic imaging modalities. *JACC Cardiovasc Imaging* 2014;**7**:1266-1275.
 405. Gati S, Chandra N, Bennett RL, Reed M, Kervio G, Panoulas VF, Ghani S, Sheikh N, Zaidi A, Wilson M, Papadakis M, Carré F, Sharma S. Increased left ventricular trabeculation in highly trained athletes: do we need more stringent criteria for the diagnosis of left ventricular non-compaction in athletes? *Heart* 2013;**99**:401-408.
 406. Gati S, Papadakis M, Papamichael ND, Zaidi A, Sheikh N, Reed M, Sharma R, Thilaganathan B, Sharma S. Reversible de novo left ventricular trabeculations in pregnant women: implications for the diagnosis of left ventricular noncompaction in low-risk populations. *Circulation* 2014;**130**:475-483.
 407. Zemrak F, Ahlman MA, Captur G, Mohiddin SA, Kawel-Boehm N, Prince MR, Moon JC, Hundley WG, Lima JAC, Blumke DA, Petersen SE. The relationship of left ventricular trabeculation to ventricular function and structure over a 9.5-year follow-up: the MESA study. *J Am Coll Cardiol* 2014;**64**:1971-1980.
 408. Caselli S, Ferreira D, Kanawati E, Di Paolo F, Piscicchio C, Attenhofer Jost C, Spataro A, Jenni R, Pelliccia A. Prominent left ventricular trabeculations in competitive athletes: a proposal for risk stratification and management. *Int J Cardiol* 2016;**223**:590-595.
 409. Caselli S, Attenhofer Jost CH, Jenni R, Pelliccia A. Left ventricular noncompaction diagnosis and management relevant to pre-participation screening of athletes. *Am J Cardiol* 2015;**116**:801-808.
 410. Gati S, Merghani A, Sharma S. Increased left ventricular trabeculation does not necessarily equate to left ventricular noncompaction in athletes. *JAMA Intern Med* 2015;**175**:1247.
 411. Gati S, Sharma S. The dilemmas in diagnosing left ventricular non-compaction in athletes. *Eur Heart J* 2015;**36**:891-893.
 412. Pinto YM, Elliott PM, Arbustini E, Adler Y, Anastakis A, Bohm M, Duboc D, Gimeno J, de Groote P, Imazio M, Heymans S, Klingel K, Komajda M, Limongelli G, Linhart A, Mogensen J, Moon J, Pieper PG, Seferovic PM, Schueler S, Zamorano JL, Caforio ALP, Charron P. Proposal for a revised definition of dilated cardiomyopathy, hypokinetic non-dilated cardiomyopathy, and its implications for clinical practice: a position statement of the ESC working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur Heart J* 2016;**37**:1850-1858.
 413. Hasselberg NE, Haland TF, Saberniak J, Brekke PH, Berge KE, Leren TP, Edvardsen T, Haugaa KH. Lamin A/C cardiomyopathy: young onset, high

- penetrance, and frequent need for heart transplantation. *Eur Heart J* 2018;**39**:853-860.
414. Ortiz-Genga MF, Cuenca S, Dal Ferro M, Zorio E, Salgado-Aranda R, Climent V, Padron-Barthe L, Duro-Aguado I, Jimenez-Jaimez J, Hidalgo-Olivares VM, Garcia-Campo E, Lanzillo C, Suarez-Mier MP, Yonath H, Marcos-Alonso S, Ochoa JP, Santome JL, Garcia-Giustiniani D, Rodriguez-Garrido JL, Dominguez F, Merlo M, Palomino J, Pena ML, Trujillo JP, Martin-Vila A, Stolfo D, Molina P, Lara-Pezzi E, Calvo-Iglesias FE, Nof E, Calo L, Barriales-Villa R, Gimeno-Blanes JR, Arad M, Garcia-Pavia P, Monserrat L. Truncating FLNC mutations are associated with high-risk dilated and arrhythmogenic cardiomyopathies. *J Am Coll Cardiol* 2016;**68**:2440-2451.
 415. Halliday BP, Cleland JGF, Goldberger JJ, Prasad SK. Personalizing risk stratification for sudden death in dilated cardiomyopathy: the past, present, and future. *Circulation* 2017;**136**:215-231.
 416. Holloway CJ, Dass S, Suttie JJ, Rider OJ, Cox P, Cochlin LE, Jackson H, Fast AM, Johnson AW, Karamitsos TD, Neubauer S, Clarke K. Exercise training in dilated cardiomyopathy improves rest and stress cardiac function without changes in cardiac high energy phosphate metabolism. *Heart* 2012;**98**:1083-1090.
 417. Stolen KQ, Kempainen J, Ukkonen H, Kallioikoski KK, Luotolahti M, Lehtikainen P, Hamalainen H, Salo T, Airaksinen KEJ, Nuutila P, Knuuti J. Exercise training improves biventricular oxidative metabolism and left ventricular efficiency in patients with dilated cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol* 2003;**41**:460-467.
 418. Harmon KG, Drezner JA, Maleszewski JJ, Lopez-Anderson M, Owens D, Prutkin JM, Asif IM, Klossner D, Ackerman MJ. Pathogenesis of sudden cardiac death in national collegiate athletic association athletes. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2014;**7**:198-204.
 419. Claessen G, Schnell F, Bogaert J, Claeys M, Pattyn N, De Buck F, Dymarkowski S, Claus P, Carre F, Van Cleemput J, La Gerche A, Heidbuchel H. Exercise cardiac magnetic resonance to differentiate athlete's heart from structural heart disease. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2018;**19**:1062-1070.
 420. Millar LM, Fanton Z, Finocchiaro G, Sanchez-Fernandez G, Dhutia H, Malhotra A, Merghani A, Papadakis M, Behr ER, Bunce N, Oxenburgh D, Reed M, O'Driscoll J, Tome Esteban MT, D'Silva A, Carr-White G, Webb J, Sharma R, Sharma S. Differentiation between athlete's heart and dilated cardiomyopathy in athletic individuals. *Heart* 2020;**106**:1059-1065.
 421. Gulati A, Jabbour A, Ismail TF, Guha K, Khwaja J, Raza S, Morarij K, Brown TDH, Ismail NA, Dweck MR, Di Pietro E, Roughton M, Wage R, Daryani Y, O'Hanlon R, Sheppard MN, Alpendurada F, Lyon AR, Cook SA, Cowie MR, Assomull RG, Pennell DJ, Prasad SK. Association of fibrosis with mortality and sudden cardiac death in patients with nonischemic dilated cardiomyopathy. *JAMA* 2013;**309**:896-908.
 422. Neilan TG, Coelho-Filho OR, Danik SB, Shah RV, Dodson JA, Verdini DJ, Tokuda M, Daly CA, Tedrow UB, Stevenson WG, Jerosch-Herold M, Ghoshhajra BB, Kwong RY. CMR quantification of myocardial scar provides additive prognostic information in nonischemic cardiomyopathy. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013;**6**:944-954.
 423. Masci PG, Doulaptsis C, Bertella E, Del Torto A, Symons R, Pontone G, Barison A, Droogne W, Andreini D, Lorenzoni V, Gripari P, Mushtaq S, Emdin M, Bogaert J, Lombardi M. Incremental prognostic value of myocardial fibrosis in patients with non-ischemic cardiomyopathy without congestive heart failure. *Circ Heart Fail* 2014;**7**:448-456.
 424. Perazzolo Marra M, De Lazzari M, Zorzi A, Migliore F, Zilio F, Calore C, Vettor G, Tona F, Tarantini G, Cacciavillani L, Corbetti F, Giorgi B, Miotto D, Thiene G, Basso C, Illiceto S, Corrado D. Impact of the presence and amount of myocardial fibrosis by cardiac magnetic resonance on arrhythmic outcome and sudden cardiac death in nonischemic dilated cardiomyopathy. *Heart Rhythm* 2014;**11**:856-863.
 425. Cattin M-E, Ferry A, Vignaud A, Mougenot N, Jacquet A, Wahbi K, Bertrand AT, Bonne G. Mutation in lamin A/C sensitizes the myocardium to exercise-induced mechanical stress but has no effect on skeletal muscles in mouse. *Neuromuscul Disord* 2016;**26**:490-499.
 426. Pasotti M, Klersy C, Pilotto A, Marziliano N, Rapezzi C, Serio A, Mannarino S, Gambarin F, Favalli V, Grasso M, Agozzino M, Campana C, Gavazzi A, Febo O, Marini M, Landolina M, Mortara A, Piccolo G, Vigano M, Tavazzi L, Arbustini E. Long-term outcome and risk stratification in dilated cardiomyopathies. *J Am Coll Cardiol* 2008;**52**:1250-1260.
 427. Skjølsvik ET, Hasselberg NE, Dejgaard LA, Lie ØH, Andersen K, Holm T, Edvardsen T, Haugaa KH. Exercise is associated with impaired left ventricular systolic function in patients with lamin A/C genotype. *J Am Heart Assoc* 2020;**9**:e012937.
 428. Kumar S, Baldinger SH, Gandjbakhch E, Maury P, Sellal J-M, Androulakis AFA, Waintraub X, Charron P, Rollin A, Richard P, Stevenson WG, Macintyre CJ, Ho CY, Thompson T, Vohra JK, Kalman JM, Zeppenfeld K, Sacher F, Tedrow UB, Lakdawala NK. Long-term arrhythmic and nonarrhythmic outcomes of lamin A/C mutation carriers. *J Am Coll Cardiol* 2016;**68**:2299-2307.
 429. van Rijsingen IAW, Arbustini E, Elliott PM, Mogensen J, Hermans-van Ast JF, van der Kooij AJ, van Tintelen JP, van den Berg MP, Pilotto A, Pasotti M, Jenkins S, Rowland C, Aslam U, Wilde AAM, Perrot A, Pankuweit S, Zwinderman AH, Charron P, Pinto YM. Risk factors for malignant ventricular arrhythmias in lamin A/C mutation carriers: a European cohort study. *J Am Coll Cardiol* 2012;**59**:493-500.
 430. Caforio ALP, Pankuweit S, Arbustini E, Basso C, Gimeno-Blanes J, Felix SB, Fu M, Helio T, Heymans S, Jahns R, Klingel K, Linhart A, Maisch B, McKenna W, Mogensen J, Pinto YM, Ristic A, Schultheiss H-P, Seggewiss H, Tavazzi L, Thiene G, Yilmaz A, Charron P, Elliott PM. Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis: a position statement of the European Society of Cardiology Working Group on myocardial and pericardial diseases. *Eur Heart J* 2013;**34**:2636-2648.
 431. Sinagra G, Anzini M, Pereira NL, Bussani R, Finocchiaro G, Bartunek J, Merlo M. Myocarditis in clinical practice. *Mayo Clin Proc* 2016;**91**:1256-1266.
 432. Breinholt JP, Moulik M, Dreyer WJ, Denfield SW, Kim JJ, Jefferies JL, Rossano JW, Gates CM, Clunie SK, Bowles KR, Kearney DL, Bowles NE, Towbin JA. Viral epidemiologic shift in inflammatory heart disease: the increasing involvement of parvovirus B19 in the myocardium of pediatric cardiac transplant patients. *J Heart Lung Transplant* 2010;**29**:739-746.
 433. Yilmaz A, Klingel K, Kandolf R, Sechtem U. A geographical mystery: do cardiotropic viruses respect national borders? *J Am Coll Cardiol* 2008;**52**:82; author reply 82-83.
 434. Magnani JW, Danik HJS, Dec GWJ, DiSalvo TG. Survival in biopsy-proven myocarditis: a long-term retrospective analysis of the histopathologic, clinical, and hemodynamic predictors. *Am Heart J* 2006;**151**:463-470.
 435. Smith SC, Ladenson JH, Mason JW, Jaffe AS. Elevations of cardiac troponin I associated with myocarditis. Experimental and clinical correlates. *Circulation* 1997;**95**:163-168.
 436. Morgera T, Di Lenarda A, Dreas L, Pinamonti B, Humar F, Bussani R, Silvestri F, Chersevani D, Camerini F. Electrocardiography of myocarditis revisited: clinical and prognostic significance of electrocardiographic changes. *Am Heart J* 1992;**124**:455-467.
 437. Pinamonti B, Alberti E, Cigalotto A, Dreas L, Salvi A, Silvestri F, Camerini F. Echocardiographic findings in myocarditis. *Am J Cardiol* 1988;**62**:285-291.
 438. Caforio ALP, Calabrese F, Angelini A, Tona F, Vinci F, Bottaro S, Ramondo A, Carturan E, Illiceto S, Thiene G, Daliento L. A prospective study of biopsy-proven myocarditis: prognostic relevance of clinical and aetiopathogenetic features at diagnosis. *Eur Heart J* 2007;**28**:1326-1333.
 439. Schnell F, Claessen G, La Gerche A, Bogaert J, Lentz P-A, Claus P, Mabo P, Carre F, Heidbuchel H. Subepicardial delayed gadolinium enhancement in asymptomatic athletes: let sleeping dogs lie? *Br J Sports Med* 2016;**50**:111-117.
 440. Friedrich MG, Sechtem U, Schulz-Menger J, Holmvang G, Alakija P, Cooper LT, White JA, Abdel-Aty H, Gutberlet M, Prasad S, Aletras A, Laissy J-P, Paterson I, Filipchuk NG, Kumar A, Pauschinger M, Liu P. Cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: a JACC white paper. *J Am Coll Cardiol* 2009;**53**:1475-1487.
 441. Radenkovic D, Weingartner S, Ricketts L, Moon JC, Captur G. T1 mapping in cardiac MRI. *Heart Fail Rev* 2017;**22**:415-430.
 442. Nadjiri J, Nieberler H, Hendrich E, Greiser A, Will A, Martinoff S, Hadamitzky M. Performance of native and contrast-enhanced T1 mapping to detect myocardial damage in patients with suspected myocarditis: a head-to-head comparison of different cardiovascular magnetic resonance techniques. *Int J Cardiovasc Imaging* 2017;**33**:539-547.
 443. Aquaro GD, Perfetti M, Camastra G, Monti L, Dellegrattaglia S, Moro C, Pepe A, Todiere G, Lanzillo C, Scatteia A, Di Roma M, Pontone G, Perazzolo Marra M, Barison A, Di Bella G. Cardiac MR with late gadolinium enhancement in acute myocarditis with preserved systolic function: ITAMY Study. *J Am Coll Cardiol* 2017;**70**:1977-1987.
 444. Mewton N, Derris A, Bresson D, Zouaghi O, Croisille P, Flocard E, Douek P, Bonnefoy-Cudraz E. Myocardial biomarkers and delayed enhanced cardiac magnetic resonance relationship in clinically suspected myocarditis and insight on clinical outcome. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2015;**16**:696-703.
 445. Grun S, Schumm J, Greulich S, Wagner A, Schneider S, Bruder O, Kispert E-M, Hill S, Ong P, Klingel K, Kandolf R, Sechtem U, Mahrholdt H. Long-term

- follow-up of biopsy-proven viral myocarditis: predictors of mortality and incomplete recovery. *J Am Coll Cardiol* 2012;**59**:1604-1615.
446. Schumm J, Greulich S, Wagner A, Grun S, Ong P, Bentz K, Klingel K, Kandolf R, Bruder O, Schneider S, Sechtem U, Mahrholdt H. Cardiovascular magnetic resonance risk stratification in patients with clinically suspected myocarditis. *J Cardiovasc Magn Reson* 2014;**16**:14.
 447. van de Schoor FR, Aengevaeren VL, Hopman MTE, Oxborough DL, George KP, Thompson PD, Eijssvogels TMH. Myocardial fibrosis in athletes. *Mayo Clin Proc* 2016;**91**:1617-1631.
 448. Ammirati E, Moroni F, Sormani P, Peritore A, Milazzo A, Quattrocchi G, Cipriani M, Oliva F, Giannattasio C, Frigerio M, Roghi A, Camici PG, Pedrotti P. Quantitative changes in late gadolinium enhancement at cardiac magnetic resonance in the early phase of acute myocarditis. *Int J Cardiol* 2017;**231**:216-221.
 449. Gräni C, Eichhorn C, Bière L, Kaneko K, Murthy VL, Agarwal V, Aghayev A, Steigner M, Blankstein R, Jerosch-Herold M, Kwong RY. Comparison of myocardial fibrosis quantification methods by cardiovascular magnetic resonance imaging for risk stratification of patients with suspected myocarditis. *J Cardiovasc Magn Reson* 2019;**21**:14.
 450. Matthias H, Alexander N, Uwe K, Michel N, Wolfgang P, Wolfgang H, Andreas M, Bernhard W, Carsten T, Heinz-Peter S, Matthias P. Complication rate of right ventricular endomyocardial biopsy via the femoral approach. *Circulation* 2008;**118**:1722-1728.
 451. Yilmaz A, Kindermann I, Kindermann M, Mahfoud F, Ukena C, Athanasiadis A, Hill S, Mahrholdt H, Voehringer M, Schieber M, Klingel K, Kandolf R, Bohm M, Sechtem U. Comparative evaluation of left and right ventricular endomyocardial biopsy: differences in complication rate and diagnostic performance. *Circulation* 2010;**122**:900-909.
 452. Cooper LTJ, Hare JM, Tazelaar HD, Edwards WD, Starling RC, Deng MC, Menon S, Mullen GM, Jaski B, Bailey KR, Cunningham MW, Dec GW. Usefulness of immunosuppression for giant cell myocarditis. *Am J Cardiol* 2008;**102**:1535-1539.
 453. Bohm P, Scharhag J, Meyer T. Data from a nationwide registry on sports-related sudden cardiac deaths in Germany. *Eur J Prev Cardiol* 2016;**23**:649-656.
 454. Phillips M, Robinowitz M, Higgins JR, Boran KJ, Reed T, Virmani R. Sudden cardiac death in Air Force recruits. A 20-year review. *JAMA* 1986;**256**:2696-2699.
 455. Kiel RJ, Smith FE, Chason J, Khatib R, Reyes MP. Coxsackievirus B3 myocarditis in C3H/HeJ mice: description of an inbred model and the effect of exercise on virulence. *Eur J Epidemiol* 1989;**5**:348-350.
 456. Gatmaitan BG, Chason JL, Lerner AM. Augmentation of the virulence of murine Coxsackie-virus B-3 myocardiopathy by exercise. *J Exp Med* 1970;**131**:1121-1136.
 457. Ilback NG, Fohlman J, Friman G. Exercise in Coxsackie B3 myocarditis: effects on heart lymphocyte subpopulations and the inflammatory reaction. *Am Heart J* 1989;**117**:1298-1302.
 458. Cabinian AE, Kiel RJ, Smith F, Ho KL, Khatib R, Reyes MP. Modification of exercise-aggravated Coxsackie virus B3 murine myocarditis by T lymphocyte suppression in an inbred model. *J Lab Clin Med* 1990;**115**:454-462.
 459. Pelliccia A, Corrado D, Bjornstad HH, Panhuyzen-Goedkoop N, Urhausen A, Carre F, Anastakis A, Vanhees L, Arbustini E, Priori S. Recommendations for participation in competitive sport and leisure-time physical activity in individuals with cardiomyopathies, myocarditis and pericarditis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;**13**:876-885.
 460. Maron BJ, Udelson JE, Bonow RO, Nishimura RA, Ackerman MJ, Estes NAM 3rd, Cooper LTJ, Link MS, Maron MS. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 3: Hypertrophic cardiomyopathy, arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy and other cardiomyopathies, and myocarditis. A scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation* 2015;**132**:e273-280.
 461. Gati S, Sharma S, Pennell D. The role of cardiovascular magnetic resonance imaging in the assessment of highly trained athletes. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018;**11**:1327-1339.
 462. Enrico A, Manlio C, Claudio M, Claudia R, Daniela P, Paola S, Riccardo M, Marisa V, Patrizia P, Cristina C, Antonio M, Aurelia G, Daniele B, Silvia G, PG B., Stefania C, CS I., Cristina G, Alberto M, Valentina C, Marco M, Carlo L, Jeness C, Piergiuseppe A, Giovanni P, Laura S, Annalisa T, Giuseppe DT, Carlo C, Armando B, Fabrizio M, Andrea M, Antonio C, Michele S, Antonello G, Maria F, Fabrizio O, CP G., null null. Clinical presentation and outcome in a contemporary cohort of patients with acute myocarditis. *Circulation* 2018;**138**:1088-1099.
 463. Alessandro Z, Martina PM, Ilaria R, Manuel DL, Angela S, Alice N, Kalliopi P, Federico M, Stefania R, Benedetta G, Giorgio DC, Patrizio S, Luis S, Giampiero P, Elia DM, Antonio P, Cristina B, Maurizio S, Barbara B, Sabino I, Gaetano T, Domenico C. Nonischemic left ventricular scar as a substrate of life-threatening ventricular arrhythmias and sudden cardiac death in competitive athletes. *Circ Arrhythmia Electrophysiol* 2016;**9**:e004229.
 464. Anzini M, Merlo M, Sabbadini G, Barbati G, Finocchiaro G, Pinamonti B, Salvi A, Perkan A, Di Lenarda A, Bussani R, Bartunek J, Sinagra G. Long-term evolution and prognostic stratification of biopsy-proven active myocarditis. *Circulation* 2013;**128**:2384-2394.
 465. Imazio M, Gaita F, LeWinter M. Evaluation and treatment of pericarditis: a systematic review. *JAMA* 2015;**314**:1498-1506.
 466. Imazio M, Spodick DH, Brucato A, Trinchero R, Adler Y. Controversial issues in the management of pericardial diseases. *Circulation* 2010;**121**:916-928.
 467. Pelliccia A, Solberg EE, Papadakis M, Adami PE, Biffi A, Caselli S, La Gerche A, Niebauer J, Pressler A, Schmied CM, Serratos L, Halle M, Van Buuren F, Borjesson M, Carrè F, Panhuyzen-Goedkoop NM, Heidbuchel H, Olivetto I, Corrado D, Sinagra G, Sharma S. Recommendations for participation in competitive and leisure time sport in athletes with cardiomyopathies, myocarditis, and pericarditis: position statement of the Sport Cardiology Section of the European Association of Preventive Cardiology (EAPC). *Eur Heart J* 2018;**40**:19-33.
 468. La Gerche A, Robberecht C, Kuiperi C, Nuyens D, Willems R, de Ravel T, Matthijs G, Heidbuchel H. Lower than expected desmosomal gene mutation prevalence in endurance athletes with complex ventricular arrhythmias of right ventricular origin. *Heart* 2010;**96**:1268-1274.
 469. Heidbuchel H. The athlete's heart is a proarrhythmic heart, and what that means for clinical decision making. *EP Europace* 2018;**20**:1401-1411.
 470. Du X, Dong J, Ma C. Is atrial fibrillation a preventable disease? *J Am Coll Cardiol* 2017;**69**:1968-1982.
 471. Mozaffarian D, Furberg CD, Psaty BM, Siscovick D. Physical activity and incidence of atrial fibrillation in older adults: the cardiovascular health study. *Circulation* 2008;**118**:800-807.
 472. Rienstra M, Hobbelt AH, Alings M, Tijssen JGP, Smit MD, Brugemann J, Geelhoed B, Tieleman RG, Hillege HL, Tukkier R, Van Veldhuisen DJ, Crijns H, Van Gelder IC IR. Targeted therapy of underlying conditions improves sinus rhythm maintenance in patients with persistent atrial fibrillation: results of the RACE 3 trial. *Eur Heart J* 2018;**39**:2987-2996.
 473. Elliott AD, Maatman B, Emery MS, Sanders P. The role of exercise in atrial fibrillation prevention and promotion: finding optimal ranges for health. *Heart Rhythm* 2017;**14**:1713-1720.
 474. Andersen K, Farahmand B, Ahlbom A, Held C, Ljunghall S, Michaelsson K, Sundstrom J. Risk of arrhythmias in 52 755 long-distance cross-country skiers: a cohort study. *Eur Heart J* 2013;**34**:3624-3631.
 475. Aizer A, Gaziano JM, Cook NR, Manson JE, Buring JE, Albert CM. Relation of vigorous exercise to risk of atrial fibrillation. *Am J Cardiol* 2009;**103**:1572-1577.
 476. Kwok CS, Anderson SG, Myint PK, Mamas MA, Loke YK. Physical activity and incidence of atrial fibrillation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2014;**177**:467-476.
 477. La Gerche A, Schmied CM. Atrial fibrillation in athletes and the interplay between exercise and health. *Eur Heart J* 2013;**34**:3599-3602.
 478. Elosua R, Arquer A, Mont L, Sambola A, Molina L, Garcia-Moran E, Brugada J, Marrugat J. Sport practice and the risk of lone atrial fibrillation: a case-control study. *Int J Cardiol* 2006;**108**:332-337.
 479. Mont L, Sambola A, Brugada J, Vacca M, Marrugat J, Elosua R, Pare C, Azqueta M, Sanz G. Long-lasting sport practice and lone atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2002;**23**:477-482.
 480. Heidbuchel H, Anne W, Willems R, Adriaenssens B, Van de Werf F, Ector H. Endurance sports is a risk factor for atrial fibrillation after ablation for atrial flutter. *Int J Cardiol* 2006;**107**:67-72.
 481. Morseth B, Graff-Iversen S, Jacobsen BK, Jorgensen L, Nyrnes A, Thelle DS, Vestergaard P, Lochen M-L. Physical activity, resting heart rate, and atrial fibrillation: the Tromso Study. *Eur Heart J* 2016;**37**:2307-2313.
 482. Kawabata M, Hirao K, Horikawa T, Suzuki K, Motokawa K, Suzuki F, Azegami K, Hiejima K. Syncope in patients with atrial flutter during treatment with class Ic antiarrhythmic drugs. *J Electrocardiol* 2001;**34**:65-72.
 483. Brembilla-Perrot B, Houriez P, Beurrier D, Claudon O, Terrier de la Chaise A, Louis P. Predictors of atrial flutter with 1:1 conduction in patients treated

- with class I antiarrhythmic drugs for atrial tachyarrhythmias. *Int J Cardiol* 2001;**80**:7-15.
484. Alboni P, Botto GL, Baldi N, Luzi M, Russo V, Gianfranchi L, Marchi P, Calzolari M, Solano A, Baroffio R, Gaggioli G. Outpatient treatment of recent-onset atrial fibrillation with the „pill-in-the-pocket“ approach. *N Engl J Med* 2004;**351**:2384-2391.
 485. Kirchhof P, Benussi S, Kotecha D, Ahlsson A, Atar D, Casadei B, Castella M, Diener H-C, Heidbuchel H, Hendriks J, Hindricks G, Manolis AS, Oldgren J, Popescu BA, Schotten U, Van Putte B, Vardas P, Agewall S, Camm J, Baron Esquivias G, Budts W, Carerj S, Casselman F, Coca A, De Caterina R, Deftereos S, Dobrev D, Ferro JM, Filippatos G, Fitzsimons D, Gorenek B, Guenoun M, Hohnloser SH, Kolh P, Lip GYH, Manolis A, McMurray J, Ponikowski P, Rosenhek R, Ruschitzka F, Savelieva I, Sharma S, Suwalski P, Tamargo JL, Taylor CJ, Van Gelder IC, Voors AA, Windecker S, Zamorano JL, Zeppenfeld K. 2016 ESC Guidelines for the management of atrial fibrillation developed in collaboration with EACTS. *Eur J Cardiothorac Surg* 2016;**50**:e1-e88.
 486. Steffel J, Verhamme P, Potpara TS, Albaladejo P, Antz M, Desteghe L, Haessler KG, Oldgren J, Reinecke H, Roldan-Schilling V, Rowell N, Sinnaeve P, Collins R, Camm AJ, Heidbuchel H. The 2018 European Heart Rhythm Association Practical Guide on the use of non-vitamin K antagonist oral anticoagulants in patients with atrial fibrillation. *Eur Heart J* 2018;**39**:1330-1393.
 487. Calkins H, Hindricks G, Cappato R, Kim Y-H, Saad EB, Aguinaga L, Akar JG, Badhwar V, Brugada J, Camm J, Chen P-S, Chen S-A, Chung MK, Nielsen JC, Curtis AB, Davies DW, Day JD, d'Avila A, de Groot NMS, Di Biase L, Duytschaever M, Edgerton JR, Ellenbogen KA, Ellinor PT, Ernst S, Fenelon G, Gerstenfeld EP, Haines DE, Haissaguerre M, Helm RH, Hylek E, Jackman WM, Jalife J, Kalman JM, Kautzner J, Kottkamp H, Kuck KH, Kumagai K, Lee R, Lewalter T, Lindsay BD, Macle L, Mansour M, Marchlinski FE, Michaud GF, Nakagawa H, Natale A, Nattel S, Okumura K, Packer D, Pokushalov E, Reynolds MR, Sanders P, Scanavacca M, Schilling R, Tondo C, Tsao H-M, Verma A, Wilber DJ, Yamane T. 2017 HRS/EHRA/ECAS/APHRS/SOLAECE expert consensus statement on catheter and surgical ablation of atrial fibrillation. *Heart Rhythm* 2017;**14**:e275-e444.
 488. Calvo N, Mont L, Tamborero D, Berrueto A, Viola G, Guasch E, Nadal M, Andreu D, Vidal B, Sitges M, Brugada J. Efficacy of circumferential pulmonary vein ablation of atrial fibrillation in endurance athletes. *Europace* 2010;**12**:30-36.
 489. Koopman P, Nuyens D, Garweg C, La Gerche A, De Buck S, Van Casteren L, Alzand B, Willems R, Heidbuchel H. Efficacy of radiofrequency catheter ablation in athletes with atrial fibrillation. *Europace* 2011;**13**:1386-1393.
 490. Abdulla J, Nielsen JR. Is the risk of atrial fibrillation higher in athletes than in the general population? A systematic review and meta-analysis. *EP Europace* 2009;**11**:1156-1159.
 491. Sorbo MD, Buja GF, Miorelli M, Nistri S, Perrone C, Manca S, Grasso F, Giordano GM, Nava A. [The prevalence of the Wolff-Parkinson-White syndrome in a population of 116,542 young males]. *G Ital Cardiol* 1995;**25**:681-687.
 492. Sano S, Komori S, Amano T, Kohno I, Ishihara T, Sawanobori T, Ijiri H, Tamura K. Prevalence of ventricular preexcitation in Japanese schoolchildren. *Heart* 1998;**79**:374-378.
 493. Timmermans C, Smeets JL, Rodriguez LM, Vrochous G, van den Dool A, Wellens HJ. Aborted sudden death in the Wolff-Parkinson-White syndrome. *Am J Cardiol* 1995;**76**:492-494.
 494. Waxman MB, Wald RW, Sharma AD, Huerta F, Cameron DA. Vagal techniques for termination of paroxysmal supraventricular tachycardia. *Am J Cardiol* 1980;**46**:655-664.
 495. Miljoen H, Ector J, Garweg C, Saenen J, Huybrechts W, Sarkozy A, Willems R. Differential presentation of AV nodal reentrant tachycardia in athletes and non-athletes. *EP Europace* 2019;**21**:944-949.
 496. Obeyesekere MN, Leong-Sit P, Massel D, Manlucu J, Modi S, Krahn AD, Skanes AC, Yee R, Gula LJ, Klein GJ. Risk of arrhythmia and sudden death in patients with asymptomatic preexcitation: a meta-analysis. *Circulation* 2012;**125**:2308-2315.
 497. Wellens HJ, Rodriguez LM, Timmermans C, Smeets JP. The asymptomatic patient with the Wolff-Parkinson-White electrocardiogram. *Pacing Clin Electrophysiol* 1997;**20**:2082-2086.
 498. Gaita F, Giustetto C, Riccardi R, Mangiardi L, Brusca A. Stress and pharmacologic tests as methods to identify patients with Wolff-Parkinson-White syndrome at risk of sudden death. *Am J Cardiol* 1989;**64**:487-490.
 499. Pappone C, Manguso F, Santinelli R, Vicedomini G, Sala S, Paglino G, Mazzone P, Lang CC, Gulletta S, Augello G, Santinelli O, Santinelli V. Radiofrequency ablation in children with asymptomatic Wolff-Parkinson-White syndrome. *N Engl J Med* 2004;**351**:1197-1205.
 500. Brugada J, Katritsis DG, Arbelo E, Arribas F, Bax JJ, Blomstrom-Lundqvist C, Calkins H, Corrado D, Deftereos SG, Diller G-P, Gomez-Doblas JJ, Gorenek B, Grace A, Ho SY, Kaski J-C, Kuck K-H, Lambiase PD, Sacher F, Sarquella-Brugada G, Suwalski P, Zaza A. 2019 ESC Guidelines for the management of patients with supraventricular tachycardia. The Task Force for the management of patients with supraventricular tachycardia of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2019;**41**:655-720.
 501. Bjornstad H, Storstein L, Meen HD, Hals O. Ambulatory electrocardiographic findings in top athletes, athletic students and control subjects. *Cardiology* 1994;**84**:42-50.
 502. Zorzi A, Mastella G, Cipriani A, Berton G, Del Monte A, Gusella B, Nese A, Portolan L, Sciacca F, Tikvina S, Tollot S, Trovato D, Illiceto S, Schiavon M, Corrado D. Burden of ventricular arrhythmias at 12-lead 24-hour ambulatory ECG monitoring in middle-aged endurance athletes versus sedentary controls. *Eur J Prev Cardiol* 2018;**25**:2003-2011.
 503. Biffi A, Pelliccia A, Verdile L, Fernando F, Spataro A, Caselli S, Santini M, Maron BJ. Long-term clinical significance of frequent and complex ventricular tachyarrhythmias in trained athletes. *J Am Coll Cardiol* 2002;**40**:446-452.
 504. Palatini P, Maraglino G, Sperti G, Calzavara A, Libardoni M, Pessina AC, Dal Palu C. Prevalence and possible mechanisms of ventricular arrhythmias in athletes. *Am Heart J* 1985;**110**:560-567.
 505. Lee V, Perera D, Lambiase P. Prognostic significance of exercise-induced premature ventricular complexes: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Heart Asia* 2017;**9**:14-24.
 506. Lin C-Y, Chang S-L, Chung F-P, Chen Y-Y, Lin Y-J, Lo L-W, Hu Y-F, Tuan T-C, Chao T-F, Liao J-N, Chang Y-T, Lin C-H, Allamsetty S, Walia R, Te ALD, Yamada S, Chiang S-J, Tsao H-M, Chen S-A. Long-term outcome of non-sustained ventricular tachycardia in structurally normal hearts. *PLoS One* 2016;**11**:e0160181.
 507. Hutchinson MD, Garcia FC. An organized approach to the localization, mapping, and ablation of outflow tract ventricular arrhythmias. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2013;**24**:1189-1197.
 508. Luebbert J, Auberson D, Marchlinski F. Premature ventricular complexes in apparently normal hearts. *Card Electrophysiol Clin* 2016;**8**:503-514.
 509. Haissaguerre M, Nademanee K, Hocini M, Cheniti G, Duchateau J, Frontera A, Sacher F, Derval N, Denis A, Pambrun T, Dubois R, Jais P, Benoist D, Walton RD, Nogami A, Coronel R, Potse M, Bernus O. Depolarization versus repolarization abnormality underlying inferolateral J-wave syndromes: new concepts in sudden cardiac death with apparently normal hearts. *Heart Rhythm* 2019;**16**:781-790.
 510. Leenhardt A, Glaser E, Burguera M, Nurnberg M, Maison-Blanche P, Coumel P. Short-coupled variant of torsade de pointes. A new electrocardiographic entity in the spectrum of idiopathic ventricular tachyarrhythmias. *Circulation* 1994;**89**:206-215.
 511. Al-Khatib SM, Stevenson WG, Ackerman MJ, Bryant WJ, Callans DJ, Curtis AB, Deal BJ, Dickfeld T, Field ME, Fonarow GC, Gillis AM, Granger CB, Hammill SC, Hlatky MA, Joglar JA, Kay GN, Matlock DD, Myerburg RJ, Page RL. 2017 AHA/ACC/HRS guideline for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: executive summary. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Heart Rhythm* 2018;**15**:e190-e252.
 512. Latchamsetty R, Bogun F. Premature ventricular complexes and premature ventricular complex induced cardiomyopathy. *Curr Probl Cardiol* 2015;**40**:379-422.
 513. Morshedi-Meibodi A, Evans JC, Levy D, Larson MG, Vasan RS. Clinical correlates and prognostic significance of exercise-induced ventricular premature beats in the community: the Framingham Heart Study. *Circulation* 2004;**109**:2417-2422.
 514. Selzman KA, Gettes LS. Exercise-induced premature ventricular beats: should we do anything differently? *Circulation* 2004;**109**:2374-2375.
 515. Zorzi A, Perazzolo Marra M, Rigato I, De Lazzari M, Susana A, Niero A, Pilichou K, Migliore F, Rizzo S, Giorgi B, De Conti G, Sarto P, Serratos L, Patrizi G, De Maria E, Pelliccia A, Basso C, Schiavon M, Bauce B, Illiceto S, Thiene G, Corrado D. Nonischemic left ventricular scar as a substrate of life-threatening ventricular arrhythmias and sudden cardiac death in competitive athletes. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2016;**9**:e004229. doi: 10.1161/CIRCEP.116.004229. Originally published July 7, 2016.

516. Cipriani A, Zorzi A, Sarto P, Donini M, Rigato I, Bariani R, De Lazzari M, Pilichou K, Thiene G, Illiceto S, Basso C, Corrado D, Perazzolo Marra M, Bauce B. Predictive value of exercise testing in athletes with ventricular ectopy evaluated by cardiac magnetic resonance. *Heart Rhythm* 2019;**16**:239-248.
517. Gimeno JR, Tome-Esteban M, Lofiego C, Hurtado J, Pantazis A, Mist B, Lambiase P, McKenna WJ, Elliott PM. Exercise-induced ventricular arrhythmias and risk of sudden cardiac death in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Eur Heart J* 2009;**30**:2599-2605.
518. Priori SG, Napolitano C, Memmi M, Colombi B, Drago F, Gasparini M, DeSimone L, Coltorti F, Bloise R, Keegan R, Cruz Filho FES, Vignati G, Benatar A, DeLogu A. Clinical and molecular characterization of patients with catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia. *Circulation* 2002;**106**:69-74.
519. Heiddbuchel H, Hoogsteen J, Fagard R, Vanhees L, Ector H, Willems R, Van Lierde J. High prevalence of right ventricular involvement in endurance athletes with ventricular arrhythmias. Role of an electrophysiologic study in risk stratification. *Eur Heart J* 2003;**24**:1473-1480.
520. Sofi F, Capalbo A, Pucci N, Giuliatinni J, Condino F, Alessandri F, Abbate R, Gensini GF, Califano S. Cardiovascular evaluation, including resting and exercise electrocardiography, before participation in competitive sports: cross sectional study. *BMJ* 2008;**337**:a346.
521. Haugaa KH, Leren IS, Berge KE, Bathen J, Loennechen JP, Anfinsen O-G, Fruh A, Edvardsen T, Kongsgard E, Leren TP, Amlie JP. High prevalence of exercise-induced arrhythmias in catecholaminergic polymorphic ventricular tachycardia mutation-positive family members diagnosed by cascade genetic screening. *Europace* 2010;**12**:417-423.
522. Sharma S, Drezner JA, Bagdigh A, Papadakis M, Wilson MG, Prutkin JM, La Gerche A, Ackerman MJ, Borjesson M, Salerno JC, Asif IM, Owens DS, Chung EH, Emery MS, Froelicher VF, Heiddbuchel H, Adamuz C, Asplund CA, Cohen G, Harmon KG, Marek JC, Molossi S, Niebauer J, Pelto HF, Perez MV, Riding NR, Saarel T, Schmied CM, Shipon DM, Stein R, Vetter VL, Pelliccia A, Corrado D. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *Eur Heart J* 2018;**39**:1466-1480.
523. Priori SG, Schwartz PJ, Napolitano C, Bloise R, Ronchetti E, Grillo M, Vicentini A, Spazzolini C, Nastoli J, Bottelli G, Folli R, Cappelletti D. Risk stratification in the long-QT syndrome. *N Engl J Med* 2003;**348**:1866-1874.
524. Sy RW, van der Werf C, Chattha IS, Chockalingam P, Adler A, Healey JS, Perrin M, Gollob MH, Skanes AC, Yee R, Gula LJ, Leong-Sit P, Viskin S, Klein GJ, Wilde AA, Krahn AD. Derivation and validation of a simple exercise-based algorithm for prediction of genetic testing in relatives of LQTS probands. *Circulation* 2011;**124**:2187-2194.
525. Chandra N, Bastiaenen R, Papadakis M, Panoulas VF, Ghani S, Duschl J, Foldes D, Raju H, Osborne R, Sharma S. Prevalence of electrocardiographic anomalies in young individuals: relevance to a nationwide cardiac screening program. *J Am Coll Cardiol* 2014;**63**:2028-2034.
526. Basavarajiah S, Wilson M, Whyte G, Shah A, Behr E, Sharma S. Prevalence and significance of an isolated long QT interval in elite athletes. *Eur Heart J* 2007;**28**:2944-2949.
527. Johnson JN, Ackerman MJ. Return to play? Athletes with congenital long QT syndrome. *Br J Sports Med* 2013;**47**:28-33.
528. Schwartz PJ, Priori SG, Spazzolini C, Moss AJ, Vincent GM, Napolitano C, Denjoy I, Guicheney P, Breithardt G, Keating MT, Towbin JA, Beggs AH, Brink P, Wilde AA, Toivonen L, Zareba W, Robinson JL, Timothy KW, Corfield V, Wattanasirichaigoon D, Corbett C, Haverkamp W, Schulze-Bahr E, Lehmann MH, Schwartz K, Coumel P, Bloise R. Genotype-phenotype correlation in the long-QT syndrome: gene-specific triggers for life-threatening arrhythmias. *Circulation* 2001;**103**:89-95.
529. Schwartz PJ, Ackerman MJ. The long QT syndrome: a transatlantic clinical approach to diagnosis and therapy. *Eur Heart J* 2013;**34**:3109-3116.
530. Vincent GM, Schwartz PJ, Denjoy I, Swan H, Bithell C, Spazzolini C, Crotti L, Piippo K, Lupoglazoff J-M, Villain E, Priori SG, Napolitano C, Zhang L. High efficacy of beta-blockers in long-QT syndrome type 1: contribution of noncompliance and QT-prolonging drugs to the occurrence of beta-blocker treatment „failures“. *Circulation* 2009;**119**:215-221.
531. Ackerman MJ, Zipes DP, Kovacs RJ, Maron BJ. Eligibility and disqualification recommendations for competitive athletes with cardiovascular abnormalities: Task Force 10: The cardiac channelopathies: a scientific statement from the American Heart Association and American College of Cardiology. *Circulation* 2015;**132**:e326-9.
532. Drezner JA, Rogers KJ. Sudden cardiac arrest in intercollegiate athletes: detailed analysis and outcomes of resuscitation in nine cases. *Heart Rhythm* 2006;**3**:755-759.
533. Brugada P, Brugada J. Right bundle branch block, persistent ST segment elevation and sudden cardiac death: a distinct clinical and electrocardiographic syndrome. A multicenter report. *J Am Coll Cardiol* 1992;**20**:1391-1396.
534. Brugada J, Campuzano O, Arbello E, Sarquella-Brugada G, Brugada R. Present status of Brugada syndrome: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2018;**72**:1046-1059.
535. Frustaci A, Priori SG, Pieroni M, Chimenti C, Napolitano C, Rivolta I, Sanna T, Bellocchi F, Russo MA. Cardiac histological substrate in patients with clinical phenotype of Brugada syndrome. *Circulation* 2005;**112**:3680-3687.
536. Frustaci A, Russo MA, Chimenti C. Structural myocardial abnormalities in asymptomatic family members with Brugada syndrome and SCN5A gene mutation. *Eur Heart J* 2009;**30**:1763.
537. Catalano O, Antonaci S, Moro G, Mussida M, Frascaroli M, Baldi M, Cobelli F, Baiardi P, Nastoli J, Bloise R, Monteforte N, Napolitano C, Priori SG. Magnetic resonance investigations in Brugada syndrome reveal unexpectedly high rate of structural abnormalities. *Eur Heart J* 2009;**30**:2241-2248.
538. van Hoornt F, Campian ME, Spijkerboer A, Blom MT, Planken RN, van Rossum AC, de Bakker JMT, Wilde AAM, Groenink M, Tan HL. SCN5A mutations in Brugada syndrome are associated with increased cardiac dimensions and reduced contractility. *PLoS One* 2012;**7**:e42037.
539. Baranchuk A, Nguyen T, Ryu MH, Femenia F, Zareba W, Wilde AAM, Shimizu W, Brugada P, Perez-Riera AR. Brugada phenocopy: new terminology and proposed classification. *Ann Noninvasive Electrocardiol* 2012;**17**:299-314.
540. Bayes de Luna A, Brugada J, Baranchuk A, Borggreffe M, Breithardt G, Goldwasser D, Lambiase P, Riera AP, Garcia-Niebla J, Pastore C, Oretto G, McKenna W, Zareba W, Brugada R, Brugada P. Current electrocardiographic criteria for diagnosis of Brugada pattern: a consensus report. *J Electrocardiol* 2012;**45**:433-442.
541. Chockalingam P, Rammeloo LA, Postema PG, Hrudu J, Clur S-AB, Blom NA, Wilde AA. Fever-induced life-threatening arrhythmias in children harboring an SCN5A mutation. *Pediatrics* 2011;**127**:e239-e244. doi: 10.1542/peds.2010-1688.
542. Miyazaki T, Mitamura H, Miyoshi S, Soejima K, Aizawa Y, Ogawa S. Autonomic and antiarrhythmic drug modulation of ST segment elevation in patients with Brugada syndrome. *J Am Coll Cardiol* 1996;**27**:1061-1070.
543. Mizumaki K, Fujiki A, Tsuneda T, Sakabe M, Nishida K, Sugao M, Inoue H. Vagal activity modulates spontaneous augmentation of ST elevation in the daily life of patients with Brugada syndrome. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004;**15**:667-673.
544. Matsuo K, Kurita T, Inagaki M, Kakishita M, Aihara N, Shimizu W, Taguchi A, Suyama K, Kamakura S, Shimomura K. The circadian pattern of the development of ventricular fibrillation in patients with Brugada syndrome. *Eur Heart J* 1999;**20**:465-470.
545. Probst V, Denjoy I, Meregalli PG, Amirault J-C, Sacher F, Mansourati J, Babuty D, Villain E, Victor J, Schott J-J, Lupoglazoff J-M, Mabo P, Veltmann C, Jesel L, Chevalier P, Clur S-AB, Haissaguerre M, Wolpert C, Le Marec H, Wilde AAM. Clinical aspects and prognosis of Brugada syndrome in children. *Circulation* 2007;**115**:2042-2048.
546. Takigawa M, Noda T, Shimizu W, Miyamoto K, Okamura H, Satomi K, Suyama K, Aihara N, Kamakura S, Kurita T. Seasonal and circadian distributions of ventricular fibrillation in patients with Brugada syndrome. *Heart Rhythm* 2008;**5**:1523-1527.
547. Michowitz Y, Milman A, Sarquella-Brugada G, Andorin A, Champagne J, Postema PG, Casado-Arroyo R, Leshem E, Juang JJM, Giustetto C, Tfelt-Hansen J, Wijeyeratne YD, Veltmann C, Corrado D, Kim S-H, Delise P, Maeda S, Gourraud J-B, Sacher F, Mabo P, Takahashi Y, Kamakura T, Aiba T, Conte G, Hochstadt A, Mizusawa Y, Rahkovich M, Arbello E, Huang Z, Denjoy I, Napolitano C, Brugada R, Calo L, Priori SG, Takagi M, Behr ER, Gaita F, Yan GX, Brugada J, Leenhardt A, Wilde AAM, Brugada P, Kusano KF, Hirao K, Nam G-B, Probst V, Belhassen B. Fever-related arrhythmic events in the multicenter survey on arrhythmic events in Brugada syndrome. *Heart Rhythm* 2018;**15**:1394-1401.
548. Rossenbacker T, Carroll SJ, Liu H, Kuiperi C, de Ravel TJL, Devriendt K, Carmeliet P, Kass RS, Heiddbuchel H. Novel pore mutation in SCN5A manifests as a spectrum of phenotypes ranging from atrial flutter, conduction disease, and Brugada syndrome to sudden cardiac death. *Heart Rhythm* 2004;**1**:610-615.

549. Kasanuki H, Ohnishi S, Ohtuka M, Matsuda N, Nirei T, Isogai R, Shoda M, Toyoshima Y, Hosoda S. Idiopathic ventricular fibrillation induced with vagal activity in patients without obvious heart disease. *Circulation* 1997;**95**:2277-2285.
550. Arai Y, Saul JP, Albrecht P, Hartley LH, Lilly LS, Cohen RJ, Colucci WS. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. *Am J Physiol* 1989;**256**:H132-41.
551. Smith ML, Hudson DL, Graitzer HM, Raven PB. Exercise training bradycardia: the role of autonomic balance. *Med Sci Sports Exerc* 1989;**21**:40-44.
552. Deharo JC, Bongiorno MG, Rozkovec A, Bracke F, Defaye P, Fernandez-Lozano I, Golzio PG, Hansky B, Kennergren C, Manolis AS, Mitkowski P, Platou ES. Pathways for training and accreditation for transvenous lead extraction: a European Heart Rhythm Association position paper. *Europace* 2012;**14**:124-134.
553. Lamas GA, Keefe JM. The effects of equitation (horseback riding) on a motion responsive DDDR pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 1990;**13**: 1371-1373.
554. Deering JA, Pederson DN. Pacemaker lead fracture associated with weightlifting: a report of two cases. *Mil Med* 1993;**158**:833-834.
555. Gould L, Betzu R, Taddeo M, Judge JD, Lee J. Pulse generator failure due to blunt trauma. *Clin Cardiol* 1988;**11**:581-582.
556. Grieco JG, Scanlon PJ, Pifarre R. Pacing lead fracture after a deceleration injury. *Ann Thorac Surg* 1989;**47**:453-454.
557. Schuger CD, Mittleman R, Habbal B, Wagshal A, Huang SK. Ventricular lead transection and atrial lead damage in a young softball player shortly after the insertion of a permanent pacemaker. *Pacing Clin Electrophysiol* 1992;**15**:1236-1239.
558. Altun A, Erdogan O. Pacemaker lead failure suggestive of crush injury. *Cardiol Rev* 2003;**11**:256.
559. Noble SL, Burri H, Sunthorn H. Complete section of pacemaker lead due to subclavian crush. *Med J Aust* 2005;**182**:643.
560. Exner DV, Rothschild JM, Heal S, Gillis AM. Unipolar sensing in contemporary pacemakers: using myopotential testing to define optimal sensitivity settings. *J Interv Card Electrophysiol* 1998;**2**:33-40.
561. Jain P, Kaul U, Wasir HS. Myopotential inhibition of unipolar demand pacemakers: utility of provocative manoeuvres in assessment and management. *Int J Cardiol* 1992;**34**:33-39.
562. Heidbuchel H, Willems R, Jordaens L, Olshansky B, Carre F, Fernandez Lozano I, Wilhelm M, Mussigbrodt A, Huybrechts W, Morgan J, Anfinson OG, Prior D, Mont L, Mairesse GH, Boveda S, Duru F, Kautzner J, Viskin S, Geelen P, Cygankiewicz I, Hoffman E, Vanden LR. Intensive recreational athletes in the prospective multinational ICD Sports Safety Registry: results from the European cohort. *Eur J Prev Cardiol* 2019;**26**:764-775.
563. Barry MJ, Edgman-Levitan S. Shared decision making -pinnacle of patient-centered care. *N Engl J Med* 2012;**366**:780-781.
564. Rahman B, Macciocca I, Sahhar M, Kamberi S, Connell V, Duncan RE. Adolescents with implantable cardioverter defibrillators: a patient and parent perspective. *Pacing Clin Electrophysiol* 2012;**35**:62-72.
565. Olshansky B, Atteya G, Cannom D, Heidbuchel H, Saarel EV, Anfinson O-G, Cheng A, Gold MR, Mussigbrodt A, Patton KK, Saxon LA, Wilkoff BL, Willems R, Dziura J, Li F, Brandt C, Simone L, Wilhelm M, Lampert R. Competitive athletes with implantable cardioverter-defibrillators - how to program? Data from the Implantable Cardioverter-Defibrillator Sports Registry. *Heart Rhythm* 2019;**16**:581-587.
566. Auricchio A, Schloss EJ, Kurita T, Meijer A, Gerritse B, Zweibel S, Alsmadi FM, Leng CT, Sterns LD. Low inappropriate shock rates in patients with single- and dual/triple-chamber implantable cardioverter-defibrillators using a novel suite of detection algorithms: PainFree SST trial primary results. *Heart Rhythm* 2015;**12**:926-936.
567. Theuns DAMJ, Brouwer TF, Jones PW, Allavattam V, Donnelley S, Auricchio A, Knops RE, Burke MC. Prospective blinded evaluation of a novel sensing methodology designed to reduce inappropriate shocks by the subcutaneous implantable cardioverter-defibrillator. *Heart Rhythm* 2018;**15**:1515-1522.
568. Camm CF, James CA, Tichnell C, Murray B, Bhonsale A, te Riele ASJM, Judge DP, Tandri H, Calkins H. Prevalence of atrial arrhythmias in arrhythmogenic right ventricular dysplasia/cardiomyopathy. *Heart Rhythm* 2013;**10**:1661-1668.
569. Zeitler EP, Sanders GD, Singh K, Greenfield RA, Gillis AM, Wilkoff BL, Piccini JP, Al-Khatib SM. Single vs. dual chamber implantable cardioverter-defibrillators or programming of implantable cardioverter-defibrillators in patients without a bradycardia pacing indication: systematic review and meta-analysis. *Europace* 2018;**20**:1621-1629.
570. Wilkoff BL, Fauchier L, Stiles MK, Morillo CA, Al-Khatib SM, Almendral J, Aguinaga L, Berger RD, Cuesta A, Daubert JP, Dubner S, Ellenbogen KA, Estes NAM 3rd, Fenelon G, Garcia FC, Gasparini M, Haines DE, Healey JS, Hurtwitz JL, Keegan R, Kolb C, Kuck K-H, Marinskis G, Martinelli M, McGuire M, Molina LG, Okumura K, Proclemer A, Russo AM, Singh JP, Swerdlow CD, Teo WS, Uribe W, Viskin S, Wang C-C, Zhang S. 2015 HRS/EHRA/APHS/SOLAECE expert consensus statement on optimal implantable cardioverter-defibrillator programming and testing. *EP Europace* 2016;**18**:159-183.
571. Sinha A-M, Stellbrink C, Schuchert A, Mox B, Jordaens L, Lamaison D, Gill J, Kaplan A, Merkely B. Clinical experience with a new detection algorithm for differentiation of supraventricular from ventricular tachycardia in a dual-chamber defibrillator. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2004;**15**:646-652.
572. Deisenhofer I, Kolb C, Ndrepepa G, Schreieck J, Karch M, Schmieder S, Zrenner B, Schmitt C. Do current dual chamber cardioverter defibrillators have advantages over conventional single chamber cardioverter defibrillators in reducing inappropriate therapies? A randomized, prospective study. *J Cardiovasc Electrophysiol* 2001;**12**:134-142.
573. van der Linde D, Konings EEM, Slager MA, Witsenburg M, Helbing WA, Takkenberg JJM, Roos-Hesselink JW. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2011;**58**:2241-2247.
574. Longmuir PE, Brothers JA, de Ferranti SD, Hayman LL, Van Hare GF, Matherne GP, Davis CK, Joy EA, McCrindle BW. Promotion of physical activity for children and adults with congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;**127**:2147-2159.
575. Marelli AJ, Ionescu-Ittu R, Mackie AS, Guo L, Dendukuri N, Kaouache M. Lifetime prevalence of congenital heart disease in the general population from 2000 to 2010. *Circulation* 2014;**130**:749-756.
576. Inuzuka R, Diller G-P, Borgia F, Benson L, Tay ELW, Alonso-Gonzalez R, Silva M, Charalambides M, Swan L, Dimopoulos K, Gatzoulis MA. Comprehensive use of cardiopulmonary exercise testing identifies adults with congenital heart disease at increased mortality risk in the medium term. *Circulation* 2012;**125**:250-259.
577. Pelliccia A, Adami PE, Quattrini F, Squeo MR, Caselli S, Verdile L, Maestrini V, Di Paolo F, Pisicchio C, Ciardo R, Spataro A. Are Olympic athletes free from cardiovascular diseases? Systematic investigation in 2352 participants from Athens 2004 to Sochi 2014. *Br J Sports Med* 2017;**51**:238-243.
578. Pierpont ME, Basson CT, Benson DWJ, Gelb BD, Giglia TM, Goldmuntz E, McGee G, Sable CA, Srivastava D, Webb CL. Genetic basis for congenital heart defects: current knowledge: a scientific statement from the American Heart Association Congenital Cardiac Defects Committee, Council on Cardiovascular Disease in the Young. *Circulation* 2007;**115**:3015-3038.
579. Correia JD, da Rosa EB, Silveira DB, Grapiglia CG, Canabarro ST, Waterkemper R, Zen PRG, Rosa RFM. Major extracardiac malformations among patients with congenital heart defects. *Int J Cardiol* 2016;**214**:154-156.
580. Lui GK, Saidi A, Bhatt AB, Burchill LJ, Deen JF, Earing MG, Gewitz M, Ginns J, Kay JD, Kim YY, Kovacs AH, Krieger EV, Wu FM, Yoo S-J. Diagnosis and management of noncardiac complications in adults with congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2017;**136**:e348-e392.
581. Hacker A-L, Oberhoffer R, Hager A, Ewert P, Muller J. Age-related cardiovascular risk in adult patients with congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2019;**277**:90-96.
582. Giannakoulas G, Nttiloudi D. Acquired cardiovascular disease in adult patients with congenital heart disease. *Heart* 2018;**104**:546-547.
583. Koyak Z, Harris L, de Groot JR, Silversides CK, Oechslin EN, Bouma BJ, Budts W, Zwiderman AH, Van Gelder IC, Mulder BJM. Sudden cardiac death in adult congenital heart disease. *Circulation* 2012;**126**:1944-1954.
584. Zomer AC, Vaartjes I, Uiterwaal CSPM, van der Velde ET, van den Merkhof LFM, Baur LHB, Ansink TJM, Cozijnsen L, Pieper PG, Meijboom FJ, Grobbee DE, Mulder BJM. Circumstances of death in adult congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2012;**154**:168-172.
585. Scanlan S. Shaun White's biggest fans are the ones that share his heart condition. USA Today, 2018. <https://eu.usatoday.com/story/sports/olympics/2018/02/13/shaun-whites-biggest-fans-ones-share-his-heart-condition/333985002/>.
586. Lynge TH, Jeppesen AG, Winkel BG, Glinge C, Schmidt MR, Sondergaard L, Risgaard B, Tfelt-Hansen J. Nationwide study of sudden cardiac death in people with congenital heart defects aged 0 to 35 years. *Circ Arrhythm Electrophysiol* 2018;**11**:e005757.
587. Tutarel O, Gabriel H, Diller G-P. Exercise: friend or foe in adult congenital heart disease? *Curr Cardiol Rep* 2013;**15**:416.

588. van Dissel AC, Blok IM, Hooglugt J-LQ, de Haan FH, Jorstad HT, Mulder BJM, Bouma BJ, Winter MM. Safety and effectiveness of home-based, self-selected exercise training in symptomatic adults with congenital heart disease: a prospective, randomised, controlled trial. *Int J Cardiol* 2019;**278**:59-64.
589. Eijssvogels TMH, Thompson PD, Franklin BA. The „extreme exercise hypothesis”: recent findings and cardiovascular health implications. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2018;**20**:84.
590. Kim JH, Baggish AL. Strenuous exercise and cardiovascular disease outcomes. *Curr Atheroscler Rep* 2017;**19**:1.
591. Dua JS, Cooper AR, Fox KR, Graham Stuart A. Exercise training in adults with congenital heart disease: feasibility and benefits. *Int J Cardiol* 2010;**138**:196-205.
592. Duppen N, Takken T, Hopman MTE, ten Harkel ADJ, Dulfer K, Utens EMWJ, Helbing WA. Systematic review of the effects of physical exercise training programmes in children and young adults with congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2013;**168**:1779-1787.
593. Cordina RL, O’Meagher S, Karmali A, Rae CL, Liess C, Kemp GJ, Puranik R, Singh N, Celermajer DS. Resistance training improves cardiac output, exercise capacity and tolerance to positive airway pressure in Fontan physiology. *Int J Cardiol* 2013;**168**:780-788.
594. Duppen N, Etnel JR, Spaans L, Takken T, van den Berg-Emons RJ, Boersma E, Schokking M, Dulfer K, Utens EM, Helbing W, Hopman MT. Does exercise training improve cardiopulmonary fitness and daily physical activity in children and young adults with corrected tetralogy of Fallot or Fontan circulation? A randomized controlled trial. *Am Heart J* 2015;**170**:606-614.
595. Chaix M-A, Marcotte F, Dore A, Mongeon F-P, Mondesert B, Mercier L-A, Khairy P. Risks and benefits of exercise training in adults with congenital heart disease. *Can J Cardiol* 2016;**32**:459-466.
596. Muller J, Amberger T, Berg A, Goeder D, Remmele J, Oberhoffer R, Ewert P, Hager A. Physical activity in adults with congenital heart disease and associations with functional outcomes. *Heart* 2017;**103**:1117-1121.
597. Budts W, Borjesson M, Chessa M, van Buuren F, Trigo Trindade P, Corrado D, Heidbuchel H, Webb G, Holm J, Papadakis M. Physical activity in adolescents and adults with congenital heart defects: individualized exercise prescription. *Eur Heart J* 2013;**34**:3669-3674.
598. Takken T, Giardini A, Reybrouck T, Gewillig M, Hovels-Gurich HH, Longmuir PE, McCrindle BW, Paridon SM, Hager A. Recommendations for physical activity, recreation sport, and exercise training in paediatric patients with congenital heart disease: a report from the Exercise, Basic & Translational Research Section of the European Association of Cardiovascular Prevention. *Eur J Prev Cardiol* 2012;**19**:1034-1065.
599. Muscogiuri G, Secinaro A, Ciliberti P, Fuqua M, Nutting A. Utility of cardiac magnetic resonance imaging in the management of adult congenital heart disease. *J Thorac Imaging* 2017;**32**:233-244.
600. Sparrow P, Merchant N, Provost Y, Doyle D, Nguyen E, Paul N. Cardiac MRI and CT features of inheritable and congenital conditions associated with sudden cardiac death. *Eur Radiol* 2009;**19**:259-270.
601. Simonneau G, Montani D, Celermajer DS, Denton CP, Gatzoulis MA, Krowka M, Williams PG, Souza R. Haemodynamic definitions and updated clinical classification of pulmonary hypertension. *Eur Respir J* 2019;**53**:1801913.
602. Moller T, Brun H, Fredriksen PM, Holmstrom H, Pettersen E, Thaulow E. Moderate altitude increases right ventricular pressure and oxygen desaturation in adolescents with surgically closed septal defect. *Congenit Heart Dis* 2010;**5**:556-564.
603. Kovacs G, Berghold A, Scheidl S, Olschewski H. Pulmonary arterial pressure during rest and exercise in healthy subjects: a systematic review. *Eur Respir J* 2009;**34**:888-894.
604. Augustine DX, Coates-Bradshaw LD, Willis J, Harkness A, Ring L, Grapsa J, Coghlan G, Kaye N, Oxborough D, Robinson S, Sandoval J, Rana BS, Siva A, Nihoyannopoulos P, Howard LS, Fox K, Bhattacharyya S, Sharma V, Steeds RP, Mathew T. Echocardiographic assessment of pulmonary hypertension: a guideline protocol from the British Society of Echocardiography. *Echo Res Pract* 2018;**5**:G11-G24.
605. Galie N, Humbert M, Vachiery J-L, Gibbs S, Lang I, Torbicki A, Simonneau G, Peacock A, Vonk Noordegraaf A, Beghetti M, Ghofrani A, Gomez Sanchez MA, Hansmann G, Klepetko W, Lancellotti P, Matucci M, McDonagh T, Pierard LA, Trindade PT, Zompatori M, Hoeper M. 2015 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the Joint Task Force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2016;**37**:67-119.
606. Muller J, Heck PB, Ewert P, Hager A. Noninvasive screening for pulmonary hypertension by exercise testing in congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2017;**103**:1544-1549.
607. Dimopoulos K, Wort SJ, Gatzoulis MA. Pulmonary hypertension related to congenital heart disease: a call for action. *Eur Heart J* 2014;**35**:691-700.
608. Grunig E, Eichstaedt C, Barbera J-A, Benjamin N, Blanco I, Bossone E, Cittadini A, Coghlan G, Corris P, D’Alto M, D’Andrea A, Delcroix M, de Man F, Gaine S, Ghio S, Gibbs S, Gumbiene L, Howard LS, Johnson M, Jureviciene E, Kiely DG, Kovacs G, MacKenzie A, Marra AM, McCaffrey N, McCaughey P, Naeije R, Olschewski H, Pepke-Zaba J, Reis A, Santos M, Saxer S, Tulloh RM, Ulrich S, Vonk Noordegraaf A, Peacock AJ. ERS statement on exercise training and rehabilitation in patients with severe chronic pulmonary hypertension. *Eur Respir J* 2019;**53**:1800332.
609. Kuipers JM, Koolbergen DR, Groenink M, Boekholdt SM, Meijboom FJ, Jongbloed MRM, Hoendermis ES, Duijnhouwer AL, Mulder BJM, Bouma BJ. Aortic dissection and prophylactic surgery in congenital heart disease. *Int J Cardiol* 2019;**274**:113-116.
610. Zhao Q, Shi K, Yang Z-G, Diao K-Y, Xu H-Y, Liu X, Guo Y-K. Predictors of aortic dilation in patients with coarctation of the aorta: evaluation with dual-source computed tomography. *BMC Cardiovasc Disord* 2018;**18**:124.
611. Loomba RS, Buelow MW, Aggarwal S, Arora RR, Kovach J, Ginde S. Arrhythmias in adults with congenital heart disease: what are risk factors for specific arrhythmias? *Pacing Clin Electrophysiol* 2017;**40**:353-361.
612. Khairy P, Van Hare GF, Balaji S, Berul CI, Cecchin F, Cohen MI, Daniels CJ, Deal BJ, Dearani JA, Groot N de, Dubin AM, Harris L, Janousek J, Kanter RJ, Karpawich PP, Perry JC, Seslar SP, Shah MJ, Silka MJ, Friedman JK, Walsh EP, Warnes CA. PACES/HRS expert consensus statement on the recognition and management of arrhythmias in adult congenital heart disease: developed in partnership between the Pediatric and Congenital Electrophysiology Society (PACES) and the Heart Rhythm Society (HRS). *Can J Cardiol* 2014;**30**:e1-e63.
613. Diller G-P, Dimopoulos K, Okonko D, Li W, Babu-Narayan SV, Broberg CS, Johansson B, Bouzas B, Mullen MJ, Poole-Wilson PA, Francis DP, Gatzoulis MA. Exercise intolerance in adult congenital heart disease: comparative severity, correlates, and prognostic implication. *Circulation* 2005;**112**: 828-835.
614. Mantegazza V, Apostolo A, Hager A. Cardiopulmonary exercise testing in adult congenital heart disease. *Ann Am Thorac Soc* 2017;**14**:S93-S101.
615. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med* 1970;**2**:92-98.
616. Kempny A, Dimopoulos K, Uebing A, Mocer P, Swan L, Gatzoulis MA, Diller G-P. Reference values for exercise limitations among adults with congenital heart disease. Relation to activities of daily life -single centre experience and review of published data. *Eur Heart J* 2012;**33**:1386-1396.
617. d’Udekem Y. Cardiorespiratory fitness, not the severity of the condition, dictates late outcomes after Fontan procedures. *J Am Coll Cardiol* 2017;**69**:2745-2747.
618. Evangelista A, Flachskampf FA, Erbel R, Antonini-Canterin F, Vlachopoulos C, Rocchi G, Sicari R, Nihoyannopoulos P, Zamorano J, Pepi M, Breithardt O-A, Plonska-Gosciniak E. Echocardiography in aortic diseases: EAE recommendations for clinical practice. *Eur J Echocardiogr* 2010;**11**:645-658.
619. Ait Ali L, Pingitore A, Piaggi P, Brucini F, Passera M, Marotta M, Cadoni A, Passino C, Catapano G, Festa P. Respiratory training late after Fontan intervention: impact on cardiorespiratory performance. *Pediatr Cardiol* 2018;**39**:695-704.
620. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA* 1996;**276**:199-204.
621. Maron BJ, Haas TS, Ahluwalia A, Murphy CJ, Garberich RF. Demographics and epidemiology of sudden deaths in young competitive athletes: from the United States National Registry. *Am J Med* 2016;**129**:1170-1177.
622. Locati EH, Zareba W, Moss AJ, Schwartz PJ, Vincent GM, Lehmann MH, Towbin JA, Priori SG, Napolitano C, Robinson JL, Andrews M, Timothy K, Hall WJ. Age- and sex-related differences in clinical manifestations in patients with congenital long-QT syndrome: findings from the International LQTS Registry. *Circulation* 1998;**97**:2237-2244.
623. Makkar RR, Fromm BS, Steinman RT, Meissner MD, Lehmann MH. Female gender as a risk factor for torsades de pointes associated with cardiovascular drugs. *JAMA* 1993;**270**:2590-2597.