



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



## REVISIÓ

# Efectes i alteracions cardiovasculars provocats per la pràctica d'esports de resistència. Una revisió sistemàtica

Álvaro Huerta-Ojeda<sup>a,b,e,\*</sup>, Rodrigo Navarrete-Peña<sup>c</sup>, Nicolás Valenzuela-Fernández<sup>c</sup>, Sergio Galdames-Maliqueo<sup>d,e</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Educación, Universidad de Las Américas sede Viña del Mar, Viña del Mar, Xile

<sup>b</sup>Centro de Capacitación e Investigación Deportiva Alpha Sports, Xile

<sup>c</sup>Facultad de Ciencias, Magister Medicina y Ciencias del Deporte, Universidad Mayor, Xile

<sup>d</sup>Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, Universidad de Playa Ancha de Ciencias de la Educación, Xile

<sup>e</sup>Grupo de Investigación en Salud, Actividad Física y Deporte (ISAFYD), Escuela de Educación Física de la Universidad de Las Américas, Xile

Rebut el 8 de setembre de 2016; acceptat el 19 de desembre de 2016

### PARAULES CLAU

Aritmia;  
Risc aritmogènic;  
Entrenament de resistència;  
Patologia cardíaca;  
Cor d'atleta

### Resum

La pràctica d'activitat física, especialment d'esports de resistència, provoca adaptacions cardiovasculars beneficioses per a la salut. Tanmateix, diverses recerques han reportat la presència d'algun tipus d'arítmies cardíques ventriculars o supraventriculars. Això preocupa a alguns professionals que han estat utilitzant aquest tipus d'estímuls. En conseqüència, fou imprescindible revisar i analitzar l'evidència científica dels darrers 10 anys sobre les possibles arítmies i alteracions cardiovasculars que generen els esports de resistència. A la revisió sistemàtica següent s'avaluaren articles publicats entre els anys 2006 i 2016 que relacionaven els esports de resistència amb arítmies cardíques. S'identificaren 12 articles, que foren agrupats segons l'efecte generat en el cor (arítmies, fibril·lació auricular, fibrosi cardíaca i canvis anatòmics). A causa de l'alta exigència cardíaca a què s'exposen els esportistes de resistència, tenen tendència a diversos tipus d'arítmies.

© 2016 FC Barcelona. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

\* Autor per a la correspondència  
Correu electrònic: achuertao@yahoo.es (A. Huerta-Ojeda).

**KEYWORDS**

Arrhythmia;  
 Arrhythmogenic risk;  
 Endurance training;  
 Cardiac pathology;  
 Athletic heart  
 syndrome

**Cardiovascular effects and alterations from endurance sports. A systematic review****Abstract**

The practice of endurance sports provides health benefits due to cardiovascular adaptation. Nevertheless, there has been a lot of research in which patients have shown some type of ventricular cardiac arrhythmia. This has worried some professionals who have been utilising this kind of training. As a result of this, professionals have begun revising and analyzing the scientific evidence from the last ten years. This investigation was focused on the review of possible development of arrhythmias and cardiovascular alterations that endurance sports can cause. In the following systematic review, we evaluate publications that show a direct relation between endurance sports and cardiac arrhythmias from 2006 to 2016. Twelve articles were identified and then grouped by different effects on the heart. Due to the high levels of cardiac stress that endurance-trained athletes are exposed to, there is a tendency for them to show different types of arrhythmias.

© 2016 FC Barcelona. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducció**

La pràctica regular de l'activitat física produeix beneficis importants per a la salut i redueix factors de risc com les malalties cardiovasculars i la mortalitat associada a episodis cardíacs<sup>1</sup>. D'acord amb això, en els darrers anys la pràctica d'esports de resistència de llarga durada ha augmentat considerablement<sup>2</sup>, amb un increment de morts sobtades entre corredors de marató degut a una predisposició a generar arítmia ventricular i supraventricular<sup>3</sup>. D'altra banda, s'ha descrit una associació entre subjectes que practiquen esports de resistència i l'aparició de fibril·lació auricular<sup>4,5</sup>. Aquesta darrera és actualment una de les condicions més comunes entre els esportistes, i afecta del 0,4 a l'1% de la població general<sup>6</sup>.

La pràctica constant d'esports de resistència, d'esports que requereixen força o una combinació d'ambdós origina adaptacions a tot el cos<sup>7,8</sup>. A nivell cardiovascular, l'adaptació més comuna és coneguda com a «cor d'atleta»<sup>9-12</sup>. Normalment consisteix en una remodelació cardíaca amb canvis significatius de diàmetre, grans hipertrofies concèntriques i hipertrofiques i volums ejectats en ambdós ventricles, majors que en la població general. Alguns autors han reportat un allargament del ventricle esquerre<sup>9,13</sup>. Tots els factors abans esmentats poden conduir al risc creixent de desenvolupar condicions negatives del cor<sup>14-20</sup>.

S'han suggerit diferents mecanismes fisiopatològics per explicar el risc de desenvolupar fibril·lació auricular associada a l'esport<sup>9,21,22</sup>. Aquestes explicacions impliquen els batecs auriculars ectòpics com la primera causa possible, i fan referència als efectes de les venes pulmonars ectòpiques que poden generar fibril·lació auricular paroxística<sup>3,9</sup>. Una altra causa hipotètica és la modulació del sistema nerviós autònom. Això fa referència al paper desenvolupat pel sistema nerviós autònom en afectar el batec del cor, que depèn del predomini del vagus o l'estimulació adrenèrgica<sup>3,9</sup>. Finalment, s'han considerat com una altra causa possible els canvis estructurals de les aurícules arran de l'exercici<sup>3,6,9</sup>. Altres possibles explicacions comprenen el sexe (dona) i la inflamació/dilatació del cor, tot i que hi ha poca evidència en aquest sentit<sup>3,6</sup>.

No ha estat possible establir científicament si la transformació del miocardi d'individus que practiquen activitat física durant llargs períodes pot ser la causa de símptomes o condicions fisiopatològiques com les arítmies ventriculars o fibril·lació auricular<sup>1,23,24</sup>. Tanmateix, hi ha evidència que existeix una relació entre fer esport i l'aparició d'arítmies o fibril·lació auricular<sup>14-16</sup>, així com possibles explicacions d'aquesta relació<sup>3,6,9</sup>. Per tant, és clar que disposem d'informació ambigua que gairebé no permet treure'n conclusions. L'objectiu d'aquesta revisió sistemàtica és, per tant, revisar i analitzar l'evidència científica existent, publicada els 10 darrers anys, sobre les arítmies i alteracions cardiovasculars que poden ser ocasionades per la pràctica d'esports de resistència.

**Material i mètodes****Cerca bibliogràfica**

Per a aquest estudi es féu una cerca de referències bibliogràfiques exhaustiva, tant en fonts electròniques com en diferents bases de dades i motors de cerca. Per a aquesta cerca s'utilitzà la combinació de paraules que es mostren a la taula 1. La cerca electrònica es dugué a terme al Web of Science (WOS), Scopus, Sport Discus, PubMed i Medline.

L'estratègia de cerca es dividí en cinc etapes. La primera etapa consistí en la cerca electrònica a les diferents bases de dades; s'identificaren 1.654 estudis, i després d'eliminar els duplicats, en restaren 742 que foren sotmesos a estudi del títol i resum. La segona etapa consistí en revisar tots els documents restants, i només en quedaren 38. A la tercera etapa es llegiren els 38 treballs per a identificar els que calia analitzar. Després de revisar-los se n'eliminaren 30, perquè no eren estudis experimentals. La quarta etapa consistí en cercar els articles indexats a la bibliografia. Aquesta etapa va incloure quatre nous estudis. D'altra banda, els revisors independents van acordar incloure aquests dotze articles a la revisió sistemàtica (fig. 1).

**Taula 1.** Estratègia de cerca mitjançant la selecció i combinació de paraules clau

Passes	Estratègia	WOS	Scopus	Sport Discus	PubMed	Medline
1	Marató	2.603	3.071	12.270	1.370	1.402
2	Entrenament de resistència	7.768	9.113	2.326	6.709	2.592
3	Cor d'atleta	2.702	4.532	274	2.559	226
4	#1 OR #2 OR #3	12.227	15.696	14.774	10.037	4.161
5	Arítmia	34.636	67.920	1.616	68.490	23.302
6	Fibrosi miocàrdica	7.238	6.624	62	7.293	2.704
7	Risc aritmogènic	756	1.102	2	839	133
8	#5 OR #6 #OR #7	41.753	74.457	1.674	75.256	25.979
9	#4 AND #8	354	804	33	431	32

**Taula 2.** Criteris d'inclusió

Disseny de l'estudi	Experimental
Població	Homes i dones adults (entrenats i no entrenats)
Intervenció	Pràctica de l'entrenament de resistència
Comparador	Presentar factors de risc aritmogènics
Resultats	Positiu i negatiu
Llengües	Anglès i espanyol

### Criteris d'inclusió i exclusió

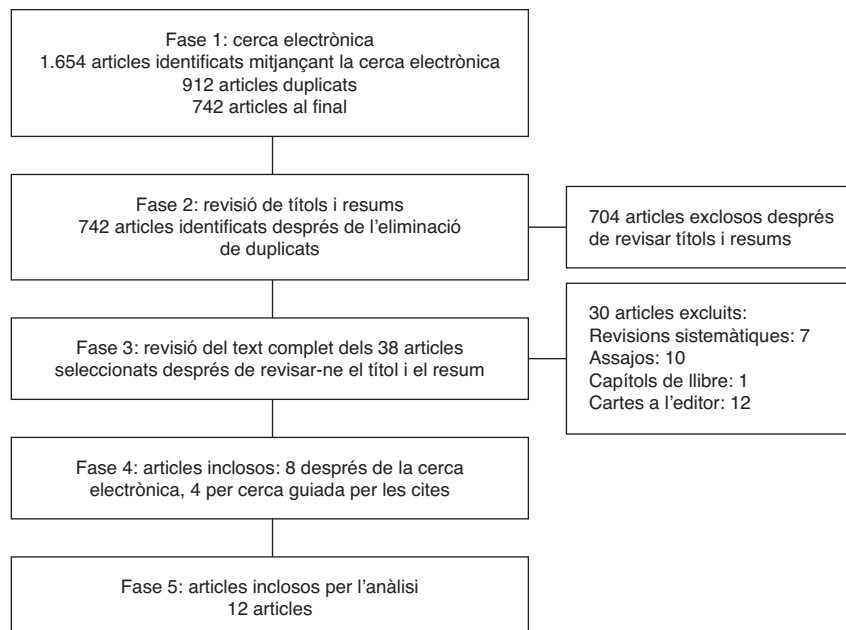
Els límits de la cerca foren: treballs publicats els 10 darrers anys (gener de 2006 a gener de 2016), escrits en anglès o en espanyol, sense cap mena de cribratge sobre el tipus de recerca buscat.

La importància dels estudis fou valorada segons els criteris d'inclusió que figuren a la taula 2. S'excloueren els estudis que no complien els criteris d'inclusió. Les discrepàncies sorgides es resolgueren per consens entre els investigadors.

### Valoració de la qualitat metodològica

La base de dades de fisioteràpia basada en l'evidència (*Physiotherapy Evidence Database [PEDro]*) s'utilitzà per valorar la qualitat dels estudis. Es classificaren segons tres criteris de selecció (màxim tres estrelles), comparabilitat (màxim cinc estrelles) i resultats (màxim dues estrelles). Es considerà que els treballs amb una puntuació de 8 a 11 tenien una qualitat metodològica elevada, mentre que els de 4 a 7 eren de qualitat mitjana i els de menys de 4 estrelles es consideraven de qualitat baixa.

D'acord amb l'escala PEDro, cap treball no va obtenir una puntuació alta, onze foren classificats com a moderats i un fou classificat com de baixa qualitat (taula 3).

**Figura 1.** Identificació d'estudis de la revisió sistemàtica.

Taula 3. Puntuació a l'escala PEDro dels articles inclosos

		Selecció	Comparació	Resultats	Total
1	Biffi et al. <sup>25</sup>	**	**	**	6
2	Biffi et al. <sup>26</sup>	****	**	**	8
3	Fuchs et al. <sup>27</sup>	*	**	**	5
4	Myrstad et al. <sup>28</sup>	*	**	**	5
5	Verdile et al. <sup>29</sup>	*	**	**	5
6	Matelot et al. <sup>30</sup>	*	**	**	5
7	Brugger et al. <sup>14</sup>	*	**	**	5
8	Heidbuchel et al. <sup>15</sup>	*		*	2
9	Molina et al. <sup>16</sup>	**	**	**	6
10	Lindsay i Dunn <sup>31</sup>	**	**	**	6
11	Pelliccia et al. <sup>32</sup>	*	**	**	5
12	Wilhelm et al. <sup>33</sup>	*	**	**	5

## Resultats

### Adaptacions cardíaques a l'entrenament

Es buscaren adaptacions cardíaques com a resultat d'un entrenament esportiu de llarga durada i es localitzaren canvis elèctrics i anatòmics<sup>3,6,9</sup>. Els diferents efectes localitzats es compararen, i es sintetitzaren els resultats. Els articles localitzats es dividiren en tres categories basades en diferents efectes sobre el cor per tal de classificar-los i aconseguir l'objectiu d'aquest estudi: a) arítmia (n = 7); b) fibril·lació auricular (n = 3), i c) fibrosi cardíaca i canvis cardíacs i anatòmics (n = 2) (taula 4).

A continuació, i després d'una revisió sistemàtica, detallada i completa dels últims 10 anys, només es presentaren els articles sobre els efectes sobre el cor dels esports de resistència de llarga durada.

### Arítmia (taquiarítmia, bradiarítmia i arítmia)

Aquesta alteració es refereix a una pèrdua de ritme cardíac normal degut a desequilibris de la conductivitat elèctrica del cor, que origina patrons de freqüència cardíaca irregulars («arrhythmia», «tachyarrhythmia» o «bradyarrhythmia», ventricular i supraventricular)<sup>25</sup>. D'altra banda, a la bibliografia espanyola el termes corresponents són «arítmia», «taquiarítmia» i «bradiarítmia». Per tant, la cerca s'ha delimitat a aquests termes.

La recerca de Biffi et al.<sup>25</sup> estudià els nivells d'entrenament de 37 subjectes físicament actius. Foren desentrenats i reentrenats. Al final de l'estudi es trobà un augment de taquiarítmia ventricular. Això no obstant, aquest augment es reduí un any després d'haver tornat a l'entrenament. El 2008<sup>26</sup> aquests mateixos autors van fer un estudi amb 175 esportistes d'elit que havien participat en maratons i que no presentaven signes ni factors de risc associats a malalties cardiovasculars. Els investigadors compararen el seu comportament cardíac amb el d'altres grups de subjectes, cada un amb una magnitud diferent d'entrenament. No van trobar diferències significatives entre la massa del ventricle esquerre i la generació de taquiarítmia ventricular.

Semblantment, Fuchs et al.<sup>27</sup> trobaren atletes d'elit i amateurs que presentaven arítmia durant les proves d'esforç. Al final de l'estudi, durant el període de seguiment de 70 ± 25 mesos, tots els esportistes, llevat d'un amb una història llarga de miocardiopatia, vivien. Un estudi de Verdile et al.<sup>29</sup> monitorà l'entrenament i la vida esportiva de 5.011 atletes sans durant 7,4 ± 5 anys. Al final de l'estudi es reportaren arítmies benignes que no estaven associades amb episodis cardíacs. De la mateixa manera, Matelot et al.<sup>30</sup> estudiaren si l'exercici associat a símptomes com la bradicàrdia predisposà el desenvolupament d'arítmia o aturada cardíaca. Compararen esportistes amb bradicàrdia amb subjectes sedentaris i els seus resultats mostraren associació de zero atletes amb bradicàrdia profunda i episodis d'arítmia.

D'altra banda Brugger et al.<sup>14</sup> valoraren l'impacte de la durada de l'entrenament aeròbic en la remodelació anatòmica i adaptacions elèctriques de 95 esportistes. Els investigadors van dividir la mostra en grups segons el temps que havien practicat entrenament al llarg de la vida. Al final de l'estudi reportaren canvis significatius de remodelació anatòmica i adaptacions elèctriques associades al grau d'entrenament. A més, Pelliccia et al.<sup>32</sup> estudiaren l'associació entre l'entrenament d'alta intensitat i la incidència d'episodis o disfuncions causades per l'entrenament d'aquest tipus. Aquest estudi avaluà 114 atletes olímpics que havien estat entrenant ininterrompudament i intensament durant un període llarg. Al final de l'estudi no es trobà cap relació entre la intensitat de l'entrenament i l'aparició d'episodis cardíacs o disfunció ventricular.

### Fibril·lació auricular

La fibril·lació auricular és una arítmia comuna, i d'aquesta manera ha de ser tractada, i pot incloure's a la categoria anterior. Tanmateix, donada la gran quantitat de dades localitzades durant la revisió d'aquest tema com a matèria a part, es prengué la decisió de crear una subcategoria pròpia que permetés examinar de la millor manera possible els mecanismes fisiopatològics desenvolupats per l'exercici crònic. La fibril·lació auricular es refereix a una afecció en què els batecs del cor són més ràpids del normal i que so-

**Taula 4.** Característiques de les publicacions que relacionen els efectes del cor amb l'entrenament aeròbic de llarga durada

Autors	Any	Conseqüències per al cor	Mètode	Resultats	n
Biffi et al. <sup>25</sup>	2011	Arítmia	Trenta-quatre atletes sense anomalies cardiovasculars amb taquiarítmia ventricular freqüent i complexa foren monitorats durant 24 h amb un electrocardiògraf Holter, en tres períodes. En primer lloc, durant un entrenament més intensiu, després en un període de desentrenament de 3 a 6 mesos i finalment després de 2, 6 i 12 mesos de reentrenament	Els subjectes mostraren reversibilitat parcial (101-500 CVP/24 h) o reversibilitat marcada (< 100 CVP) en arítmies després del desentrenament. El reentrenament en un primer moment originà un augment significatiu de la freqüència d'arítmies en comparació amb el desentrenament (de $280 \pm 475$ a $1,54 \pm 2,186$ CVP; $p = 0,005$ ), parells ventriculars ( $0,14 \pm 0,42$ a $4,4 \pm 8,2$ ; $p = 0,005$ ) i taquicàrdia ventricular no sostinguda (de 0 a $0,8 \pm 1,8$ ; $p \leq 0,02$ ). Posteriorment s'observà una reducció gradual de la freqüència de totes les arítmies ventriculars durant un any d'entrenament ( $917 \pm 1.630$ CVP, episodi bradicàrdic $1,8 \pm 4,2$ i 4, i TVNS $0,4 \pm 1,2$ )	37
Biffi et al. <sup>26</sup>	2008	Arítmia	Les proves cardiovasculars es realitzaren durant el període més intens d'entrenament dels atletes, i van ser monitorats durant 24 h amb un electrocardiògraf Holter, s'incloué una sessió d'acondicionament (mitjana, 1 h); aquesta intervenció consistí en fer allò que l'atleta feia habitualment. També es van realitzar proves electrocardiogràfiques durant les sessions d'entrenament	Els atletes amb i sense hipertròfia ventricular esquerra no van diferir respecte al nombre total de CVP ( $p = 0,58$ ), els parells ventriculars ( $p = 0,63$ ) i la TVNS ( $p = 0,61$ ). A més, els atletes amb CVP únic aïllat ( $n = 130$ ) i un amb formes complexes d'ectòpia (multiformes de CVP, episodis bradicàrdics o TVNS forçada; $n = 45$ ) no mostraren diferències significatives en la massa del ventricle esquerre ( $97,9 \pm 21$ vs $102 \pm 22$ g/m <sup>2</sup> ; $p = 0,2$ )	175
Fuchs et al. <sup>27</sup>	2011	Arítmia	Inicialment: electrocardiograma i prova d'esforç (protocol d'Astrand). Després: ecocardiograma Holter, ressonància magnètica i estudi	Un total de 56.462 atletes foren sotmesos a una prova d'esforç en el control previ a la participació, i s'identificaren 192 menors de 35 anys amb arítmies ventriculars durant la prova d'esforç. Dels 192 atletes seleccionats, 90 van tenir 3 o més (BVP) (grup A) i 102 atletes tingueren BVP i parells ventriculars o TVNS (que oscil·laven entre 3 i 30 batecs consecutius) durant la prova d'esforç (grup B)	2.840
Myrstad et al. <sup>28</sup>	2014	Fibril·lació auricular	Electrocardiograma i qüestionari	L'acumulació d'anys d'exercici de resistència regular s'associa amb un augment gradual del risc d'FA, amb un OR d'1,16 (IC del 95%: 1,06-1,28) per cada 10 anys d'exercici, 1,16 (IC del 95%: 1,00-1,36) entre els esquiadors i 1,20 (IC del 95%: 1,06-1,35) entre els homes de l' <i>Oslo Health Study</i> . L'exercici de resistència també s'associà amb un augment gradual de risc de flutter auricular. L'OR del flutter auricular per 10 anys d'exercici fou d'1,42 (IC del 95%: 1,20-1,69) i no hi hagué diferència entre les dues cohorts	3.545

(cont.)

Taula 4. (Continua)

Autors	Any	Conseqüències per al cor	Mètode	Resultats	n
Verdile et al. <sup>29</sup>	2015	Arítmia	Valoració mèdica de rutina, revisió mèdica, electrocardiograma i dos ecocardiogrames bidimensionals. Es practicà una prova d'esforç abans de la monitorització amb un Holter ambulatori durant 24 h, ressonància magnètica i senyal d'ecocardiograma mitjà en atletes seleccionats amb arítmies ventriculars	Dels 5.011 atletes, 367 (7,3%) presentaren $\geq 1$ BVP, incloent-hi 331 amb $\leq 10$ BVP i 36 (0,7%) amb $> 10$ BVP i/o $\geq$ parells ventriculars. Els 331 atletes amb $\leq 10$ BVP no tingueren restriccions en els esports de competició, i la repetició de la prova d'esforç als 3-12 mesos mostrà una reducció espontània de les arítmies (de $5,2 \pm 4$ a $4 \pm 6$ BVP; $p = 0,002$ ), incloent-hi 83 dels 331 (23%) els BVP dels quals desaparegueren. Dels altres 36 atletes que foren inhabilitats per fer esport degut a la freqüència i/o complexitat de les seves arítmies, 23 mostraren una reducció de les arítmies als 3-12 mesos (de $46 \pm 42$ a $28 \pm 11$ BVP, de $8 \pm 10$ a $3 \pm 3$ parells ventriculars i de $3,6 \pm 6$ a $1 \pm 1$ TVNS; $p = 0,05$ ) i foren readmesos per competir. Dels altres 13 atletes amb arítmies persistents, sis foren tractats amb èxit de les arítmies i se'ls permeté tornar a l'esport de competició durant el temps de seguiment de $7,4 \pm 5$ anys	5.011
Matelot et al. <sup>30</sup>	2015	Arítmia	Ecocardiograma en repòs, prova d'esforç màxim, prova d'inclinació (test de taula basculant) i Holter 24 h	La bradicàrdia profunda dels esportistes de resistència no s'associa amb augments del nombre d'incidents d'arítmies cardíques o susceptibilitat hipotensiva en comparació amb els esportistes de resistència sense bradicàrdia o sedentarisme	46
Brugger et al. <sup>14</sup>	2013	Arítmia	Anys d'entrenament aeròbic	No es trobaren diferències entre grups, edat, pressió sanguínia o funció diastòlica. El volum màxim d'aurícula esquerra i l'índex del volum de conducció augmenten significativament del grup d'entrenament de nivell baix al grup d'entrenament d'alt nivell, a diferència dels paràmetres d'ecografia i tinció, en el voltatge de la bomba i el voltatge de conducció, en què no hi hagué diferències significatives. La mitjana del senyal de l'ona P augmentà del grup de baix nivell d'entrenament al grup d'alt nivell d'entrenament. En un corredor del grup d'entrenament d'alt nivell es registraren quatre episodis d'FA no sostinguda	95
Heidbuchel et al. <sup>15</sup>	2006	Fibril·lació auricular	Anys d'entrenament aeròbic	Un total de 31 (23%) pacients practicaven regularment esports de resistència abans de sotmetre's a ablació, i 19 (14%) d'ells continuaren la seva activitat esportiva regular. Una història d'activitat esportiva de resistència és un factor de risc significatiu després de l'ablació en la fibrosi auricular (HR multivariable 1,96 [1,19-3,22], $p < 0,01$ , i HR multivariable 1,81 [1,10-2,98], $p = 0,02$ ). L'activitat esportiva de resistència contínua després de l'ablació també mostrà tendència a augmentar el risc de desenvolupar fibrosi auricular, malgrat la petitesa de la mostra. S'ha estimat un major risc a desenvolupar fibrosi auricular, un 10-11% per hora d'esport a la setmana abans i després d'una ablació ( $p < 0,01$ en ambdós)	137

(cont.)

Taula 4. (Continua)

Autors	Any	Conseqüències per al cor	Mètode	Resultats	n
Molina et al. <sup>16</sup>	2008	Fibril·lació auricular	Anys d'entrenament aeròbic	El grup de corredors de marató mostrà més risc de presentar FA aïllada (HR: 7,38, IC del 95%: 1,10-49,63; p = 0,040)	557
Lindsay y Dunn <sup>31</sup>	2007	Fibrosi cardíaca i canvis anatòmics	Estudi ecocardiogràfic de la massa ventricular esquerra, funció sistòlica i diastòlica. Col·lagen tipus 1 carbòxil-terminal propèptid (1CCTP); col·lagen tipus 1 carbòxil-terminal telopèptid (1CCTT) i matriu tipus 1 metaloproteïnasa (MT1M) es mesuraren com a síntesi de col·lagen, degradació i marcadors d'inhibició de la degradació, respectivament	Els atletes veterans tenien dimensions significativament majors del ventricle esquerre i l'índex de massa calculat (IMCVE). Les funcions diastòlica i sistòlica foren normals. 1CCTP (259 vs 166 µg/l; p > 0,001), 1CCTT (5,4 vs 2,9 µg/l; p = 0,001) foren majors en els atletes. La MT1M fou major en els esportistes amb hipertròfia del ventricle esquerre	90
Pelliccia et al. <sup>32</sup>	2010	Arítmia	Entrenament de resistència intens ininterromput durant un període llarg de temps	Durant el període d'entrenament i competició no hi hagué cap episodi cardíac ni cap nou diagnòstic de cardiomiopatia en els 114 esportistes olímpics. El funcionament sistòlic global del ventricle esquerre restà sense canvis (fracció d'ejecció: 62 ± 5 a 63 ± 5%). El volum del ventricle esquerre (142 ± 26 a 144 ± 25 ml; p = 0,52) i l'índex de massa del ventricle esquerre (109 ± 21 a 110 ± 22 g/m <sup>2</sup> ; p = 0,74) romangueren sense canvis i els patrons d'emplenat del ventricle esquerre romangueren dins els límits normals, tot i que hi hagué un lleuger augment de la grandària del ventricle esquerre (37,8 ± 3,7 a 38,9 ± 3,2 mm; p < 0,001)	114
Wilhelm et al. <sup>33</sup>	2012	Fibrosi cardíaca i canvis anatòmics	Subjectes que havien corregut maratons	El grup 2 mostrà un augment significatiu del ventricle esquerre concèntric en comparació amb els esportistes en general. No hi hagué diferències significatives entre els grups en termes de la funció diastòlica i sistòlica del ventricle dret	122

BVP: batec ventricular prematur; 1CCTP: col·lagen tipus 1 carbòxil terminal propèptid; 1CCTT: col·lagen tipus 1 carbòxil-terminal telopèptid; CVP: complex ventricular prematur; FA: fibril·lació auricular; HR: atzar ratio; IMCVE: índex de massa calculat del ventricle esquerre; MT1M: matriu tipus 1 metaloproteïnasa; TVNS: taquiarítmia ventricular no sostinguda.

vint provoca un subministrament deficient de sang<sup>14-16</sup>. El terme utilitzat en la bibliografia espanyola d'aquest estat és «fibril·lació auricular».

Myrstad et al.<sup>28</sup> avaluaren 3.545 subjectes i els dividiren en tres grups segons el temps que havien estat entrenant en esports de resistència. Buscaren l'associació entre la durada del període d'entrenament i el risc de fibril·lació auricular. Aquest estudi trobà un augment gradual de risc de desenvolupar fibril·lació auricular acompanyada d'un buf cardíac. De manera similar, Heibuchel et al.<sup>15</sup> estudiaren 137 subjectes voluntaris

que foren avaluats segons el temps que havien estat entrenant en esports de resistència i observar la relació d'aquests tipus d'entrenament i el risc de desenvolupar fibril·lació auricular. A més, Molina et al.<sup>16</sup> estudiaren la conducta esportiva de 252 homes per buscar una associació entre durada de l'entrenament i risc creixent de desenvolupar fibril·lació auricular en comparació amb un grup de subjectes sedentaris saludables. L'estudi trobà un risc major de desenvolupament de fibril·lació auricular en subjectes que practiquen esports de resistència de llarga durada, com la marató.

## Fibrosi cardíaca i canvis anatòmics

La fibrosi cardíaca es refereix a la inflamació endomiocàrdica amb engruïment fibròtic de parts del cor<sup>31</sup>. D'altra banda, el canvis anatòmics són intrínsecs a l'esport i són coneguts com a «cor d'atleta»<sup>9,26</sup>. A la bibliografia espanyola la fibrosi cardíaca es coneix com a «*fibrosis cardíaca*».

Lindsay i Dunn<sup>31</sup> examinaren 90 subjectes de manera no invasiva (taula 4) per tal de detectar la presència de fibrosi cardíaca, comparant grups d'atletes veterans amb subjectes sans sedentaris. Trobaren diferències significatives entre aquests dos grups pel que fa a la presència de fibrosi cardíaca. D'altra banda, Wilhelm et al.<sup>33</sup> compararen un grup de corredors de marató amb un grup de subjectes físicament actius que no corrien ni competien curses de marató, amb l'objectiu de detectar l'impacte de córrer en la remodelació cardíaca. Al final de l'estudi els investigadors trobaren un augment concèntric en el ventricle esquerre en el grup de corredors de marató, tot i que sense alteració de la pressió diastòlica o sistòlica.

## Discussió

Pel que fa a l'objectiu d'aquesta revisió, la gran majoria de treballs localitzats mostraren el desenvolupament d'arítmies ventriculars associades a la pràctica perllongada d'esports de resistència<sup>14-16,25,26,28-37</sup>. En segon lloc, es trobaren diferents tipus d'arítmia ventricular i supraventricular (taquiarítmia)<sup>25,26,29,31</sup>, bradiarítmia<sup>30,38</sup>, fibril·lació auricular<sup>14-16,28,39</sup> i arítmia<sup>25,28,30,33,40</sup>. Finalment, s'observà fibrosi cardíaca<sup>31</sup>, així com canvis anatòmics del cor<sup>14,25,26,30,33,41</sup>.

Tot i que els estudis que associen l'arítmia a l'exercici de resistència poden dividir-se en tres categories, pocs s'han centrat únicament en corredors<sup>14,16,31,33</sup>. Molts dels estudis abasten esports de resistència en general o una àmplia gamma d'esports sense diferenciar-ne el tipus<sup>15,26,28,29,32</sup>. A més, valorar els canvis i el dany morfològic requereix un gran nombre d'eines per fer-los visibles<sup>14,25,26,29-33</sup>.

Nou dels 12 estudis consultats determinen l'efecte crònic de l'exercici de llarga durada en l'arítmia, és a dir, quina quantitat (durada) d'exercici condueix a l'aparició de diferents tipus d'arítmia<sup>14-16,26,28,29,31,33</sup>. D'aquests nou estudis, només quatre se centraren en corredors maratonians i altres corredors<sup>14,16,31,33</sup>. Dos estudiaren una àmplia gamma d'esports (bàsquet, futbol, esquí, curses, etc.)<sup>15,32</sup> i tres investigaren sobre altres esports diferents a córrer<sup>26,28,29</sup>. Els altres tres estudis es centraren en els efectes aguts del desentrenament i el reentrenament<sup>25</sup>, seguiment d'atletes amb arítmia ventricular<sup>27</sup> i relació bradicàrdia i augment d'arítmia ventricular<sup>30</sup>.

Després de la revisió sistemàtica també és important afirmar que la majoria d'estudis avaluen els efectes i les conseqüències de la pràctica d'aquest esport durant anys, mentre que un únic treball fou un estudi longitudinal. Aquest treball observà com es comportaren i sentiren els subjectes amb arítmia auricular o ventricular durant un determinat període de temps<sup>27</sup>.

En relació amb l'objectiu secundari d'aquesta revisió, es veié que la majoria de treballs no esmentaven problemes o limitacions en entrenar o competir. Tanmateix, un article

que dugué a terme el seguiment d'una àmplia població d'atletes informa que un subjecte morí a causa d'una llarga història de cardiomiopatia. No obstant això, tots els subjectes eren vius durant el període de seguiment ( $70 \pm 25$  mesos)<sup>27</sup>. Un estudi que avaluà 367 atletes mostrà que 36 foren exclosos temporalment de competir per la freqüència i la complexitat de la seva arítmia. En aquest grup d'atletes exclosos, 23 pogueren disminuir aquesta dificultat i freqüència durant un període de 3 a 12 mesos a un nivell acceptable que els permeté tornar a competir. D'altra banda, dels 13 atletes restants que encara tenien un risc perillós, sis foren tractats amb èxit i, per tant, se'ls permeté tornar a la competició<sup>29</sup>.

Quatre treballs manifesten que el rang d'adaptacions que es presenta a causa de la pràctica constant d'exercici de resistència no causa limitació en els esportistes i que no es detectà aquesta limitació<sup>14,16,25,32</sup>. Un dels treballs estudià l'efecte del desentrenament i després del reentrenament dels subjectes amb arítmia ventricular, i es trobà que quan se suspenia l'entrenament es produïa una reducció de l'arítmia ventricular, i que quan es repreneia, l'arítmia augmentava a un nivell encara més elevat que al principi. Tanmateix, després d'un any d'entrenament els nivells disminuïren en comparació amb l'estat basal<sup>25</sup>.

D'altra banda, alguns estudis fan referència als danys i conseqüències possibles de la pràctica sistemàtica de l'exercici de resistència<sup>16,28</sup>. Tanmateix, en aquest cas no hi ha un seguiment perllongat dels esportistes que observi el comportament al llarg dels anys d'entrenament i competició.

## Conclusió

Segons la revisió bibliogràfica, hi ha evidència que demostra que la pràctica sistemàtica d'esports de resistència origina una sèrie d'adaptacions estructurals i morfològiques del múscul cardíac. Més específicament, hi ha proves que demostren canvis nocius i adaptacions dels esportistes. Tanmateix, encara és relativament poc clar, degut a la falta d'evidència científica, si aquests canvis tendeixen a produir-se en els esports de resistència en general.

Respecte a aquest fet, cal investigar més després de les competicions. Això permetria conèixer els mecanismes que causen possibles adaptacions i/o alteracions negatives als esportistes. En conseqüència, una alternativa per prevenir els riscos de salut i qualitat de vida consisteix en fer un seguiment a llarg termini d'aquests esportistes per analitzar la complexitat, les limitacions i les restriccions que poden causar efectes negatius o alteracions a nivell cardiovascular per participar en esports de resistència.

## Aplicacions pràctiques

En termes pràctics, l'exercici sistemàtic de llarga durada és una forma de millorar la salut i el rendiment de la competició. Tanmateix, cal tenir en compte alguns factors.

Tot i que els estudis no demostren que hi ha complicacions majors en subjectes entrenats amb arítmia ventricular, si volem determinar si cal continuar entrenant o compe-



tint, podem utilitzar les directrius *Italian cardiological guidelines...*<sup>42</sup>, que proporcionen rangs amb els quals considerar si els atletes han de fer-ho o no. En aquest cas només són acceptats els subjectes amb 10 o menys batecs ventriculars prematurs.

Es pot emprar un Holter de 24 hores per visualitzar l'electrocardiograma del subjecte, la qual cosa permetrà monitorar i quantificar el grau de complexitat i freqüència de l'arítmia ventricular. Els estudis electrofisiològics també permeten estudiar la patologia elèctrica o electrofisiològica dels individus.

Finalment, i amb l'objectiu d'observar com s'adapten i les conseqüències de la pràctica sistemàtica, es convidà els investigadors a determinar grups d'activitats similars, per fer més endavant un seguiment perllongat dels esportistes.

## Conflicte d'interessos

Els autors declaren que no tenen cap conflicte d'interessos.

## Bibliografia

- Mont L. Arrhythmias and sport practice. *Heart*. 2010;96:398-405.
- Sanchez LD, Pereira J, Berkoff DJ. The evaluation of cardiac complaints in marathon runners. *J Emerg Med*. 2009;36:368-76.
- Wilhelm M. Atrial fibrillation in endurance athletes. *Eur J Prev Cardiol*. 2014;21:1040-8.
- Graff-Iversen S, Gjesdal K, Jugessur A, Myrstad M, Nystad W, Selmer R, et al. Atrial fibrillation, physical activity and endurance training. *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2012;132:295-9.
- Antero-Jacquemin J, Desgorces FD, Dor F, Sedeaud A, Haïda A, LeVan P, et al. Row for your life: A century of mortality follow-up of French Olympic rowers. *PLoS One*. 2014;9:e113362.
- Calvo N, Mont L. Endurance sport practice and atrial fibrillation. *J Atrial Fibrillation*. 2010;2:762-9.
- Alcaraz PE, Perez-Gomez JF, Chavarrias M, Blazeovich AJ. Similarity in adaptations to high-endurance circuit vs. traditional strength training in endurance-trained men. *J Strength Cond Res*. 2011;25:2519-27.
- Wehrens XHT, Chiang DY, Li N. Chronic exercise: A contributing factor to atrial fibrillation? *J Am Coll Cardiol*. 2013;62:78-80.
- Bisbal F, Mont L. Arrhythmias in the athlete. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2012;23:76-81.
- Heidbuchel H, La Gerche A. The right heart in athletes: Evidence for exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2012;23:82-6.
- Kindermann W, Corrado D, Scharhag J. The right heart in athletes. Do we really have sufficient evidence for exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy? *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2012;23:144-5.
- Harrington M. The heart of an endurance athlete. *Lab Anim (NY)*. 2014;43:223.
- Attenhofer Jost CH, Jenni R. Cardiac impact of long-term endurance training: Negligible or negative? *Cardiology*. 2009;112:232-3.
- Brugger N, Krause R, Carlen F, Rimensberger C, Hille R, Steck H, et al. Effect of lifetime endurance training on left atrial mechanical function and on the risk of atrial fibrillation. *Int J Cardiol*. 2014;170:419-25.
- Heidbuchel H, Anné 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.
- Molina L, Mont LF, Marrugat JF, Berruezo AF, Brugada JF, Bruguera JF, et al. Long-term endurance sport practice increases the incidence of lone atrial fibrillation in men: A follow-up study. *Europace*. 2008;10:618-23.
- Basso C, Corrado D, Thiene G. Arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy in athletes: Diagnosis, management, and recommendations for sport activity. *Cardiol Clin*. 2007;25:415-22.
- Ector J, Heidbuchel H. Arrhythmias and the athlete: Mechanisms and clinical significance: Reply. *Eur Heart J*. 2007;28:1401.
- Giada F, Barold SS, Biffi A, de Piccoli B, Delise P, el-Sherif N, et al. Sport and arrhythmias: Summary of an international symposium. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2007;14:707-14.
- Giada F, Biffi A, Cannom DS, Cappato R, Capucci A, Corrado D, et al. Sports and arrhythmias: A report of the International Workshop Venice Arrhythmias 2009. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2010;17:607-12.
- Sharma S, Papadakis M, Whyte G. Chronic ultra-endurance exercise: Implications in arrhythmogenic substrates in previously normal hearts. *Heart*. 2010;96:1255-6.
- Sharma S, Zaidi A. Exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: Fact or fallacy? *Eur Heart J*. 2012;33:938-40.
- Hodkinson EC, Aston K, Walsh SJ. Left bundle branch block morphology ventricular tachycardia in a marathon runner. *Ulster Med J*. 2012;81:130-3.
- Israel C. Sport and heart arrhythmia: Something new is exciting! *Herzschrittmacherther Elektrophysiol*. 2012;23:64.
- Biffi A, Maron BJ, Culasso F, Verdile L, Fernando F, di Giacinto B, et al. Patterns of ventricular tachyarrhythmias associated with training, deconditioning and retraining in elite athletes without cardiovascular abnormalities. *Am J Cardiol*. 2011;107:697-703.
- Biffi A, Maron BJ, di Giacinto B, Porcaccia P, Verdile L, Fernando F, et al. Relation between training-induced left ventricular hypertrophy and risk for ventricular tachyarrhythmias in elite athletes. *Am J Cardiol*. 2008;101:1792-5.
- Fuchs T, Torjman A, Galitzkaya L, Leitman M, Pilz-Burstein R. The clinical significance of ventricular arrhythmias during an exercise test in non-competitive and competitive athletes. *Isr Med Assoc J*. 2011;13:735-9.
- Myrstad M, Nystad W, Graff-Iversen S, Thelle DS, Stigum H, Aaronaes M, et al. Effect of years of endurance exercise on risk of atrial fibrillation and atrial flutter. *Am J Cardiol*. 2014;114:1229-33.
- Verdile L, Maron BJ, Pelliccia A, Spataro A, Santini M, Biffi A. Clinical significance of exercise-induced ventricular tachyarrhythmias in trained athletes without cardiovascular abnormalities. *Heart Rhythm*. 2015;12:78-85.
- Matelot D, Schnell F, Khodor N, Endjah N, Kervio G, Carrault G, et al. Does deep bradycardia increase the risk of arrhythmias and syncope in endurance athletes? *Int J Sports Med*. 2016.
- Lindsay MM, Dunn FG. Biochemical evidence of myocardial fibrosis in veteran endurance athletes. *Br J Sports Med*. 2007;41:447-52.
- Pelliccia A, Kinoshita NF, Pisicchio CF, Quattrini F, Dipaolo F, Ciardo R, di Giacinto B, et al. Long-term clinical consequences of intense, uninterrupted endurance training in Olympic athletes. *J Am Coll Cardiol*. 2010;55:1619-25.
- Wilhelm M, Roten LF, Tanner HF, Schmid JP, Wilhelm I, Saner H. Long-term cardiac remodelling and arrhythmias in nonelite marathon runners. *Am J Cardiol*. 2012;110:129-35.
- La Gerche A, Heidbuchel H. Exercise-induced arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy: Seek and you will find. *Card Electrophysiol Clin*. 2013;5:97-105.

35. Olshansky B, Sullivan R. Increased prevalence of atrial fibrillation in the endurance athlete: Potential mechanisms and sport specificity. *Physician Sports Med.* 2014;42:45-51.
36. Zaidi A, Sharma S. Arrhythmogenic right ventricular remodeling in endurance athletes: Pandora's box or Achilles' heel? *Eur Heart J.* 2015;36:1955-7.
37. Sawant AC, Calkins H. Relationship between arrhythmogenic right ventricular dysplasia and exercise. *Card Electrophysiol Clin.* 2015;7:195-206.
38. Stein R, da Silveira AD. Bradyarrhythmias: How slow is too slow in the athlete? *Card Electrophysiol Clin.* 2013;5:107-14.
39. Thompson PD. Physical fitness, physical activity. Exercise training, and atrial fibrillation first the good news, then the bad. *J Am Coll Cardiol.* 2015;66:997-9.
40. La Gerche A. Defining the interaction between exercise and arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *Eur J Heart Fail.* 2015;17:128-31.
41. Zaidi A, Sharma S. Erratum exercise and heart disease: From athletes and arrhythmias to hypertrophic cardiomyopathy and congenital heart disease. *Future Cardiol.* 2013;9:292.
42. Biffi A, Delise PF, Zeppilli PF, Giada FF, Pelliccia AF, Penco MF, et al. Italian cardiological guidelines for sports eligibility in athletes with heart disease: Part 1. *J Cardiovasc Med.* 2013;14:516-7.