



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Anàlisi dels components de la variabilitat cardíaca dels joves entrenats: comparació de l'entrenament aeròbic i l'anaeròbic

Johan Enrique Ortiz Guzmán<sup>a</sup>, Dario Mendoza Romero<sup>b</sup>, Carlos Alberto Calderón<sup>c</sup> i Adriana Urbina<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Facultat de Medicina i Odontologia, Universitat de València, Estudiant del Programa de Màster en Fisiologia, València, Espanya

<sup>b</sup> Universidad INCCA de Colòmbia, Programa de Cultura Física y Deporte, Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Bogotá, Colòmbia

<sup>c</sup> Departamento de Ciencias Básicas, Universidad del Rosario, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Bogotá, Colòmbia

Rebut el 8 de març de 2011; acceptat el 20 de juny de 2011

### PARAULES CLAU

Variabilitat de la freqüència cardíaca;  
Entrenament;  
Anàlisi espectral

### Resum

**Introducció:** La variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC) permet estudiar de forma no invasiva la modulació autònoma de la funció cardiovascular. Segons el principi d'especificitat de l'entrenament, cada tipus d'exercici produeix adaptacions específiques. Això no obstant, no s'ha establert si aquest concepte també és aplicable a la VFC. El present estudi té com a objectiu comparar els components espectrals de la VFC en homes joves entrenats aeròbicament i anaeròbicament.

**Material i mètodes:** Estudi analíticodescriptiu de tall transversal. S'analitzaren els components espectrals de la VFC en repòs a partir de registres curts de 12 corredors, 10 aixecadors de pes i 11 subjectes control, no actius físicament.

**Resultats:** Els subjectes entrenats aeròbicament presentaren els valors més baixos en el component de baixa freqüència (BF) i els valors més alts en el d'alta freqüència (AF), però aquestes diferències no foren significatives estadísticament. El poder espectral total fou similar en tots els grups ( $p = 0,103$ ), al igual que la relació del component de BF dividit en el d'AF ( $p = 0,094$ ). La freqüència cardíaca en repòs en el grup entrenat aeròbicament fou significativament menor en relació al grup entrenat anaeròbicament ( $p < 0,01$ ) i al control ( $p < 0,001$ ).

**Conclusions:** Els resultats no mostraren efecte de l'entrenament físic regular a llarg termini, tant si era aeròbic com anaeròbic, sobre els components espectrals de la VFC. La bradicàrdia en repòs observada en els nostres subjectes d'estudi entrenats aeròbicament no s'explica per canvis en el control autòmic de la funció cardiovascular.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L. Tots els drets reservats.

\*Autor per a correspondència.

Correu electrònic: adriana.urbina@urosario.edu.co (A. Urbina).

**KEYWORDS**

Heart rate variability;  
Training;  
Spectral analysis

## Spectral analysis of heart rate variability in trained young men: comparison of endurance and resistance training

**Abstract**

*Introduction:* Heart rate variability (HRV) is a non-invasive tool for studying autonomic modulation of cardiovascular function. According to the specificity principle of training, each type of exercise causes specific adaptations. However, whether this concept also applies to HRV has not been established. The aim of this study was to compare the spectral components of HRV between endurance-trained and strength-trained young men.

*Material and methods:* Cross sectional analytical descriptive study. Spectral components of HRV at rest were analysed from short records in 12 runners, 10 weight lifters and 11 not physically active control subjects.

*Results:* Endurance-trained subjects showed the lowest values in the low frequency component (LF) and the highest values at high frequency (HF), but these differences were not statistically significant. Total spectral power was similar in all groups ( $P = .103$ ), as well as the ratio of low frequency components divided into high frequency (LF/HF) ( $P = .094$ ). Heart rate at rest in aerobically trained group was significantly lower compared to strength-trained group ( $P < .01$ ) and controls ( $P < .001$ ).

*Conclusions:* The results showed no effect of long-term regular aerobic or anaerobic physical training, on spectral components of HRV. In our aerobically trained subjects, rest bradycardia was not explained by changes in the autonomic control of cardiovascular function.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducció**

L'entrenament físic regular i a llarg termini produeix canvis cardiovasculars que han estat ben definits i que mostren alguna especificitat, d'acord amb la modalitat esportiva. En els corredors de grans distàncies s'observa un increment del diàmetre intern del ventricle esquerre que és proporcionalment major a l'increment del gruix de la seva paret<sup>1</sup>, mentre que en els aixecadors de pes succeeix el contrari<sup>1</sup>.

Hi ha diverses eines per avaluar les adaptacions cardíques a l'exercici, incloent-hi la ultrasonografia, la resonància nuclear magnètica, l'electrocardiografia i la valoració de la freqüència cardíaca (FC) utilitzant monitors sense fils. Aquests darrers també permeten avaluar la variabilitat de la freqüència cardíaca de manera ràpida i confiable<sup>2,3</sup>.

La variabilitat de la freqüència cardíaca (VFC), mesurada com les oscil·lacions de l'FC que succeeixen entre un batec cardíac i un altre, és un marcador cada vegada més utilitzat per estudiar de forma no invasiva la modulació autònoma de la funció cardiovascular. La VFC s'usa com indicador de l'estat de salut<sup>4</sup>, i una VFC disminuïda prediu episodis cardíacs adversos i mortalitat tant en persones sanes<sup>5</sup> com en les que pateixen malaltia cardiovascular<sup>6,7</sup>. En el camp del rendiment esportiu, se n'ha suggerit l'ús com a indicador no invasiu en la planificació i seguiment de l'entrenament<sup>8-10</sup>.

D'acord amb el principi d'especificitat de l'entrenament, cada tipus d'exercici produeix respostes i adaptacions

específiques. Tanmateix, no s'ha establert si el concepte d'especificitat també és aplicable a la VFC, és a dir, si de diferents modalitats esportives en resulten efectes diferents sobre la VFC. El present estudi té com a objectiu comparar els components espectrals de la VFC entre homes joves entrenats aeròbicament i anaeròbicament.

**Material i mètodes****Disseny**

Es tracta d'un estudi de tipus analíticodescriptiu de tall transversal, amb mostreig per conveniència. S'han complert les normes ètiques per experimentar en humans (Declaració d'Helsinki, Corea, 2008). Els procediments realitzats es classifiquen com de risc mínim<sup>11</sup>. Tots els voluntaris atorgaren el consentiment informat per escrit per participar a l'estudi.

**Subjectes**

Els subjectes d'estudi eren homes d'edats compreses entre els 18 i 25 anys, distribuïts en tres grups: a) grup d'homes entrenats aeròbicament, en què s'inclogueren 12 atletes de fons i semi-fons, l'edat competitiva dels quals era de  $4 \pm 2,97$  anys; b) grup d'entrenats anaeròbicament, conformat per 10 aixecadors de pes olímpic, l'edat competitiva

Taula 1 Variables de caracterització

Variable	Grup			Total	p
	Aeròbic	Anaeròbic	Control		
N	12	10	11	33	
Edat (anys)	21,25 ± 2,22	21,6 ± 2,71	21,36 ± 3,47	21,39 ± 2,74	ns
Pes (kg)	58,67 ± 4,71	69,8 ± 8,08	70,45 ± 8,35	65,97 ± 8,90	0,001 <sup>a</sup>
Alçada (m)	1,72 ± 0,05	1,76 ± 0,05	1,73 ± 0,03	1,74 ± 0,05	ns
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	19,63 ± 0,86	22,43 ± 1,88	23,24 ± 2,39	21,68 ± 2,37	0,000 <sup>a</sup>

ns: no significatiu.

<sup>a</sup> Diferències significatives entre els grups.

dels quals era de 4 ± 3,1 anys, i c) grup control, en què s'incloueren 11 homes, no actius físicament.

### Críteris d'exclusió

Foren críteris d'exclusió en tots els subjectes el consum de medicaments amb efectes sobre el sistema nerviós autònom en els tres darrers dies, tabaquisme i antecedents de malaltia cardiovascular. A més, del grup de subjectes entrenats foren exclosos els que competien en proves de velocitat o combinades i els que no entrenaven en el moment de realitzar l'estudi. Del grup control, en van ser exclosos els que practicaven activitat física sistemàtica.

### Procediment

S'utilitzaren monitors sense fils d'FC (Polar S810<sup>®</sup>, Polar Electro, Finlàndia) i es tingueren en compte les recomanacions de la Societat Europea de Cardiologia per al registre i anàlisi de la variabilitat cardíaca<sup>12</sup>. Es realitzaren registres d'FC en repòs, en posició decúbit dorsal, sempre en hores del matí (7.00 a 8.00) i a una temperatura de la sala de 20-25 °C. Els subjectes havien tingut un període de son previ al procediment d'almenys 8 h, havien ingerit aliment dues hores abans i no havien realitzat activitat física moderada o intensa el dia anterior. Durant els primers 5 min, se'ls col·locà una banda toràcica Polar<sup>®</sup> T31 i s'ajustà la configuració del monitor. Durant els 20 min següents, els subjectes estigueren en condició de repòs complet. Finalment, es registraren i gravaren 5 min d'activitat cardíaca. El procediment descrit fou realitzat una sola vegada per cada voluntari.

### Anàlisi de dades

Els registres d'FC foren depurats mitjançant el programa Polar Precision Performance<sup>®</sup> versió 4.01.029. L'anàlisi en el domini de freqüència es realitzà mitjançant la transformació ràpida de Fourier (TRF) amb l'ajut del programa HRV Analysis Software versió 1.1 sp1, gentilment proporcionat pel Grup d'Anàlisi de Senyals Biomèdiques de la Universitat de Kuopio, Finlàndia<sup>13</sup>, i s'obtingueren els components de baixa freqüència (BF) i alta freqüència (AF) (0,04-0,15 Hz i 0,15-0,40 Hz, respectivament). No es quantificaren les freqüències molt baixes, donat que és dubtosa la seva utilitat

per a la interpretació de la VFC a partir de registres de curta durada (< 5 min)<sup>12</sup>.

### Anàlisi estadística

Cada conjunt de dades s'expressa com a mitjana ± 1 de desviació estàndard. Les característiques de distribució de les dades s'avaluaren mitjançant la prova de Shapiro Wilk, i les comparacions entre grups es realitzaren mitjançant l'anàlisi de variància (ANOVA) o prova de Kruskal-Wallis; quan les diferències van ser significatives, s'emprà la prova post hoc de Bonferroni. S'establí un nivell de significança p < 0,05. S'utilitzà el paquet estadístic PASW<sup>®</sup> versió 18 (SPSS Inc., Chicago, llicència de la Universitat del Rosario).

### Resultats

La taula 1 resumeix les variables de caracterització dels subjectes incloses a l'estudi. L'edat i l'alçada foren similars entre els 3 grups, en canvi, s'observaren diferències en el pes i l'índex de massa corporal (IMC), essent aquests darrers significativament majors en el grup control, respecte als grups de subjectes entrenats.

Pel que fa al component espectral de la variabilitat cardíaca, s'observaren valors similars en els 3 grups. Quan s'expressen en unitats normalitzades, el grup de subjectes entrenats aeròbicament presenta els valors més baixos en el component BF i els valors més alts en el d'AF, això no obstant, aquestes diferències no foren estadísticament significatives (taula 2). En canvi, quan s'expressen en ms<sup>2</sup> el grup control és el que mostra menors valors de BF i majors valors d'AF (taula 3), sense que aquestes diferències siguin tampoc estadísticament significatives.

El poder total, calculat com la suma dels components d'alta, baixa i molt BF en ms<sup>2</sup>, fou similar en els grups d'entrenament aeròbic, anaeròbic i control (1.422,0 ± 2.163,0; 1.380,8 ± 956,6 i 1.317,5 ± 1.948,8, respectivament) (p = 0,103). Tampoc no es van trobar diferències en la relació del component de BF dividit en el d'AF entre els 3 grups (0,6 ± 0,4 en el grup aeròbic; 1,4 ± 1,3 en el grup anaeròbic, i 1,5 ± 1,3 en el grup control) (p = 0,094).

L'FC en repòs del grup d'entrenament aeròbic fou menor significativament (55,33 ± 8,40) que el grup d'entrenament

**Taula 2** Components d'alta i baixa freqüència de la variabilitat cardíaca en repòs

Variable	Grup	Valor	Interval de confiança		p
			Límit inferior	Límit superior	
BF (un)	Aeròbic	43,15 ± 17,03	46,02	67,67	p = 0,657
	Anaeròbic	48,99 ± 22,99	34,55	67,46	
	Control	50,61 ± 21,41	34,99	63,76	
AF (un)	Aeròbic	56,85 ± 17,03	32,32	59,97	p = 0,657
	Anaeròbic	51,01 ± 22,99	32,53	65,44	
	Control	49,38 ± 21,41	36,23	65	

AF (un): alta freqüència en unitats normalitzades; BF (un): baixa freqüència en unitats normalitzades.

**Taula 3** Alta freqüència i baixa freqüència en ms<sup>2</sup>

Variable	Grup	Valor	Interval de confiança		p
			Límit inferior	Límit superior	
BF (ms <sup>2</sup> )	Aeròbic	558 ± 449,76	272,24	843,76	p = 0,771
	Anaeròbic	756,4 ± 1536,48	-342,73	1.855,53	
	Control	461,27 ± 588,32	66,03	856,51	
AF (ms <sup>2</sup> )	Aeròbic	727,17 ± 582,45	357,09	1.097,24	p = 0,684
	Anaeròbic	522,2 ± 564,59	118,31	926,09	
	Control	935 ± 1680,44	-193,94	2.063,94	

AF (ms<sup>2</sup>): alta freqüència en ms<sup>2</sup>; BF (ms<sup>2</sup>): baixa freqüència en ms<sup>2</sup>.

**Taula 4** Freqüència cardíaca en repòs d'homes joves entrenats i sedentaris

Variable	Grup	Valor	Interval de confiança del 95%		p
			Límit inferior	Límit superior	
Freqüència cardíaca (batecs/min)	Aeròbic	55,33 ± 8,40	49,99	60,66	*p < 0,001
	Anaeròbic	68,21 ± 10,10	60,98	75,44	
	Control	75,26 ± 10,09	68,47	82,04	

\* Diferències significatives entre els grups a nivell 0,05 bilateral.

anaeròbic i el grup control (68,21 ± 10,10 i 75,26 ± 10,09 batecs/min, respectivament) (taules 4 i 5).

## Discussió

Aquest treball ha analitzat el comportament de la VFC en repòs en 3 grups d'homes joves de diferents nivells de con-

dició física: un grup control no actiu físicament, un grup entrenat anaeròbicament i un altre entrenat aeròbicament. No s'observaren diferències estadísticament significatives en els components espectrals de la VFC entre homes entrenats aeròbicament, anaeròbicament i homes control. Els resultats obtinguts confirmen que els subjectes entrenats aeròbicament presenten una FC en repòs menor respecte als entrenats anaeròbicament i als subjectes no entrenats,

**Taula 5** Comparacions post hoc (Bonferroni) de la freqüència cardíaca en repòs

Grup 1	Grup 2	p	Interval de confiança 95%	
			Límit inferior	Límit superior
<i>Freqüència cardíaca (batecs/min)</i>				
Aeròbic	Anaeròbic	*p = 0,011	-23,21	-2,55
Aeròbic	Control	*p < 0,001	-29,99	-9,86
Anaeròbic	Control	p = 0,302	-17,58	3,49

\* Diferències significatives entre els grups a nivell 0,05 bilateral.

tal com ho han recollit prèviament diversos estudis<sup>9,14,15</sup>. Tanmateix, és significatiu que aquestes diferències no s'acompanyin de canvis en els components espectrals de la VFC.

Leicht et al.<sup>16</sup> han descrit troballes similars, en un estudi d'intervenció en 5 homes joves d'edat  $19,9 \pm 0,5$  anys, abans i després d'un pla d'entrenament aeròbic de 4 setmanes de durada. Van trobar una disminució significativa de l'FC en repòs sense canvis significatius en els components espectrals de la VFC en repòs a partir de registres curts (5 min). Contràriament, Carter et al.<sup>17</sup>, utilitzant un disseny similar a l'anterior (6 homes, de  $19,3 \pm 0,6$  anys, sotmesos a 4 setmanes d'entrenament aeròbic) van veure que la disminució de l'FC en repòs s'acompanyava d'un increment significatiu del component d'AF. Referent als resultats contradictoris presentats per aquests 2 estudis d'intervenció, Sandercock et al.<sup>18</sup> han plantejat que podrien ser explicats per diferències de base entre els subjectes estudiats, com s'evidencia pels valors significativament dissímils tant en el poder total com en els components espectrals de la VFC abans de la intervenció amb entrenament aeròbic (taula 6).

Les adaptacions cardiovasculars a l'entrenament aeròbic que resulten en augment del consum màxim d'oxigen ( $VO_{2max}$ ) han estat dividides clàssicament en perifèriques i centrals. Les primeres fan referència a canvis a nivell dels músculs esquelètics i donen com a resultat un augment de la taxa d'extracció d'oxigen. Les segones es refereixen a canvis a nivell del múscul cardíac, cosa que comporta un augment de la despesa cardíaca, dins el qual s'inclou un augment del volum sistòlic, la replació ventricular i la hipertrofia miocàrdica, canvis coneguts com «cor d'atleta»<sup>1</sup>. Més enllà de les adaptacions perifèriques (musculars) i centrals (cardíaques) a l'exercici aeròbic, la contribució de la regulació neural de la funció cardiovascular a través del sistema nerviós autònom és encara matèria de controvèrsia.

Els components espectrals de la VFC són considerats com indicatius del paper regulador del sistema nerviós autònom sobre el sistema cardiovascular. El component de BF reflecteix la modulació tant simpàtica com vagal, mentre que el d'AF reflecteix principalment l'efecte vagal<sup>12</sup>. Els valors que nosaltres vam observar en els components espectrals de la VFC, tant en homes no actius com en entrenats, es troben dins els rangs observats en altres estudis transversals, com manifesten Nunan et al.<sup>19</sup> a la seva revisió sistemàtica de la literatura. Donat que el nostre estudi inclogué subjectes d'edats competitives de 4 anys de mitjana, les troballes presentades podrien considerar-se representatives d'adaptacions a l'entrenament físic a llarg termini. Per tant, els nostres resultats suggereixen que, almenys en els nostres subjectes d'estudi, la bradicàrdia observada després de l'entrenament aeròbic a llarg termini pot ser deguda més a adaptacions centrals del múscul cardíac que a canvis de la regulació neural.

Durant la joventut i l'adulthood primerenca, l'increment del  $VO_{2max}$  induït per l'exercici aeròbic es produeix a curt termini per augment paral·lel tant en la taxa d'extracció d'oxigen com en la despesa cardíaca<sup>20</sup>. Nosaltres especulem que donat que els efectes primerencs de l'exercici aeròbic ja estan establerts a nivell cardíac: major volum de

**Taula 6 Resultats aportats per aquest i altres estudis sobre l'efecte de l'entrenament aeròbic sobre la variabilitat de la freqüència cardíaca en repòs en homes joves a partir dels registres de curta durada (5 min)**

Variable	Aquest estudi (analític de tall transversal)		Carter (n = 6) (intervenció de 4 setmanes)		Leicht (n = 5) (intervenció de 4 setmanes)	
	Control n = 11	Aeròbic n = 12	Pre	Post	Pre	Post
Edat	21,36 ± 3,47	21,25 ± 2,22	19,3 ± 0,6		19,9 ± 0,5	
BF (un)	50,61 ± 21,41	43,15 ± 17,03	3,47 <sup>a</sup>	1,20 <sup>a</sup>	43,65 ± 4,56	45,93 ± 4,74
AF (un)	49,38 ± 21,41	56,85 ± 17,03	96,63 <sup>a</sup>	98,8 <sup>a</sup>	58,88 ± 4,44	55,84 ± 4,72
BF (ms <sup>2</sup> )	461,27 ± 588,32	558 ± 449,76	10,7 ± 17,6	8,4 ± 13,9	3.585 ± 1.117	3.554 ± 969
AF (ms <sup>2</sup> )	935 ± 1.680,44	727,17 ± 582,45	307,0 ± 407,6	688,7 ± 1.977,4 <sup>b</sup>	3.940 ± 704	3.405 ± 798
BF/AF	1,5 ± 1,3	0,6 ± 0,4	0,03 <sup>a</sup>	0,01 <sup>a</sup>	1,96 ± 0,20	1,22 ± 0,32
Poder total (ms <sup>2</sup> )	1.317,5 ± 1.948,8	1.422,0 ± 2.163,0	726,3 ± 1.212,4	644,0 ± 615,7	10.470 ± 2.349	10.589 ± 2.223

Pre: abans de l'entrenament; post: després de l'entrenament. Les dades presentades foren preses a partir de Leicht et al.<sup>16</sup> y Carter et al.<sup>17</sup>.

<sup>a</sup> Dades calculades a partir de les presentades a l'estudi original.

<sup>b</sup> Diferència informada com a significativa pels autors a nivell  $p < 0,05$  (ANOVA).

la repleció ventricular i volum sistòlic en repòs i hipertròfia miocàrdica, la regulació autonòmica, com es reflecteix en la VFC, perd importància.

Referent a l'efecte de la modalitat d'entrenament sobre la VFC, no s'observaren diferències en els components espectrals de la VFC entre homes joves entrenats aeròbicament i anaeròbicament. Aquesta troballa és una de les principals novetats del present estudi, donat que pocs treballs han analitzat el comportament de la VFC entre atletes de diferents modalitats esportives. Resultats similars van ser trobats per Berkoff et al.<sup>21</sup>, però en atletes de pista i camp. Per la seva banda, Sztajzel et al.<sup>22</sup> van estudiar els atletes de fons i jugadors d'hoquei, i van veure que tot i que els subjectes d'ambdues modalitats esportives presentaven un alt to parasimpàtic respecte als subjectes sedentaris, aquest era encara major en els atletes de fons que en jugadors d'hoquei. Això no obstant, en aquest estudi es van utilitzar registres d'activitat cardíaca de llarga durada (24 h) i s'analitzaren els índexs de domini de temps de la VFC, per la qual cosa els seus resultats no són comparables amb els que hem presentat<sup>12</sup>.

Tot i que s'observen diferències estadísticament significatives en l'IMC entre els grups ( $19,63 \pm 0,86 \text{ kg/m}^2$  en els entrenats aeròbicament,  $22,43 \pm 1,88 \text{ kg/m}^2$  en els entrenats anaeròbicament i  $23,24 \pm 2,39 \text{ kg/m}^2$  en els subjectes no actius físicament), tots aquests valors es troben dins els rangs de normalitat. Recentment, s'ha suggerit que la VFC pot estar més relacionada amb l'IMC que amb els estats de condició física, i existeix una relació inversa entre la modulació parasimpàtica de l'FC (component d'AF) i l'IMC<sup>23</sup>. En persones obesas, s'observen menors valors de  $BF^{24}$  i d' $AF^{25}$ , i aquests darrers s'incrementen quan els subjectes obesos perden pes<sup>25</sup>. Per tant, en vista d'aquests estudis, l'absència de diferències en els components espectrals de la VFC en els nostres subjectes d'estudi podria explicar-se també perquè cap d'ells tenia sobrepès o obesitat.

### Limitacions de l'estudi

Aquest estudi utilitzà un disseny analític de tall transversal amb mostreig per conveniència, la qual cosa és, metodològicament, inferior a un estudi d'intervenció amb distribució aleatòria entre grups per avaluar l'efecte de la modalitat d'entrenament sobre la VFC. Aquest estudi no va avaluar altres variables com grandària ventricular, volum sistòlic, volum de repleció ventricular, que ajuden a clarificar altres causes de l'FC en repòs, disminuïda en subjectes entrenats aeròbicament.

### Conclusions

Els resultats no van mostrar efectes de l'entrenament físic regular i a llarg termini, tant aeròbic com anaeròbic, sobre els components espectrals de la VFC. La bradicàrdia observada després de l'entrenament aeròbic a llarg termini en els nostres subjectes d'estudi no s'explica per canvis en el control autonòmic de la funció cardiovascular. Tanmateix, calen altres recerques que involucrin majors grandàries de mostra i idealment assaigs d'intervenció de diversos anys de seguiment per determinar el curs i la contribució relativa de les

adaptacions a nivell autonòmic i a nivell de miocardi dins les adaptacions cardiovasculars a l'entrenament.

Malgrat que els nostres resultats mostren que no hi ha un efecte específic de la modalitat d'entrenament sobre la VFC, per aclarir aquest aspecte cal realitzar estudis amb mostres de grandària major, d'intervenció i amb distribució aleatòria entre els diferents grups amb la finalitat de minimitzar algunes variables de confusió.

### Conflicte d'interessos

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

### Bibliografia

1. Pluim BM, Zwinderman AH, Van der Laarse A, Van der Wall EE. The Athlete's Heart: A Meta-Analysis of Cardiac Structure and Function. *Circulation*. 2000;101:336-44.
2. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38:887-93.
3. Kingsley M, Lewis MJ, Marson RE. Comparison of Polar 810 s and an Ambulatory ECG System for RR Interval Measurement During Progressive Exercise. *Int J Sports Med*. 2005;26:39-44.
4. Capdevila L, Rodas G, Ocaña M, Parrado E, Pintanel M, Valero M. Variabilidad de la frecuencia cardíaca como indicador de salud en el deporte: validación con un cuestionario de calidad de vida (SF-12). *Apunts Medicina de l'Esport*. 2008;158:62-9.
5. Huikuri H, Makikallio T, Airaksinen J, Seppanen T, Puukka P, Raiha I, et al. Power-Law Relationship of Heart Rate Variability as a Predictor of Mortality in the Elderly. *Circulation*. 1998;97:2031-6.
6. Kleiger R, Miller J, Bigger Jr. T, Moss A. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. *Am J Cardiol*. 1987;59:256-62.
7. La Rovere M, Bigger J, Marcus F, Mortara A, Schwartz P. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. *Lancet*. 1998;351:478-84.
8. Karavirta L, Tulppo MP, Nyman K, Laaksonen DE, Pullinen T, Laukkanen RT, et al. Estimation of maximal heart rate using the relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40-67 years old men. *Eur J Appl Physiol*. 2008;103:25-32.
9. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med*. 2003;33:889-919.
10. Kiviniemi A, Hautala A, Kinnunen H, Nissila J, Virtanen P, Karjalainen J, et al. Daily Exercise Prescription on the Basis of HR Variability among Men and Women. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42:1355-63.
11. Congreso. Ministerio de Salud de la República de Colombia Resolución 8430. 1993.
12. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiologists. *Eur Heart J*. 1996;17:354-81.
13. Niskanen JP, Tarvainen MP, Ranta-Aho PO, Karjalainen PA. Software for advanced HRV analysis. *Comput Methods Programs Biomed*. 2004;76:73-81.
14. Martinelli FS, Chacon-Mikahil MP, Martins LE, Lima-Filho EC, Golfetti R, Paschoal MA, et al. Heart rate variability in athletes and non-athletes at rest and during head-up tilt. *Braz J Med Biol Res*. 2005;38:639-47.

15. Yamamoto K, Miyachi M, Saitoh T, Yoshioka A, Onodera S. Effects of endurance training on resting and post-exercise cardiac autonomic control. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1496-502.
16. Leicht A, Allen G, Hoey A. Influence of Age and Moderate-Intensity Exercise Training on Heart Rate Variability in Young and Mature Adults. *Canadian Journal of Applied Physiology.* 2003;28:446-61.
17. Carter J, Banister E, Blaber A. The Effect of Age and Gender on Heart Rate Variability after Endurance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2003;35:1333-40.
18. Sandercock GR, Bromley PD, Brodie DA. Effects of exercise on heart rate variability: inferences from meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:433-9.
19. Nunan D, Sandercock G, Brodie D. A Quantitative Systematic Review of Normal Values for Short-Term Heart Rate Variability in Healthy Adults. *PACE.* 2010;33:1407-17.
20. Saltin B, Blomqvist G, Mitchell JH, Johnson Jr. RL, Wildenthal K, Chapman CB. Response to exercise after bed rest and after training. *Circulation.* 1968;385 Suppl 5:VII1-78.
21. Berkoff DJ, Cairns CB, Sanchez LD, Moorman 3rd CT. Heart rate variability in elite American track-and-field athletes. *J Strength Cond Res.* 2007;21:227-31.
22. Sztajzel J, Jung M, Sievert K, Bayes de Luna A. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity. *J Sports Med Phys Fitness.* 2008;48:495-501.
23. Molfino A, Fiorentini A, Tubani L, Martuscelli M, Fanelli FR, Laviano A. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *Eur J Clin Nutr.* 2009;63:1263-5.
24. Kim J, Park Y, Cho K, Hong M, Han H, Choi Y, et al. Heart Rate Variability and Obesity Indices: Emphasis on the Response to Noise and Standing. *Journal of the American Board of Family Practice.* 2005;18:97-103.
25. Karason K, Mølgaard H, Wikstrand J, Sjöström L. Heart rate variability in obesity and the effect of weight loss. *The American Journal of Cardiology.* 1999;83:1242-7.