

Adaptació cardíaca dels gruixos i del volum del ventricle esquerre per a diferents tipus d'entrenament

**ALEJANDRO LEGAZ ARRESE (1),
ENRIQUE SERRANO OSTARIZ (1),
JUAN JOSÉ GONZÁLEZ BADILLO (2).
(1) Departament de Fisiatria
i Infermeria de la Universitat de
Saragossa. (2) Centre Olímpic d'Estudis
Superiors, Comitè Olímpic Espanyol**

CORRESPONDÈNCIA:

Alejandro Legaz Arrese
Departamento de Fisiatria y Enfermería
Universidad de Zaragoza
C/ Domingo Miral 30, 2º izq.

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2000; 134: 5-12

RESUM. Morganroth i cols. (1975) van formular el factor diferencial del tipus d'entrenament sobre la víscera cardíaca: "en aquells atletes que practiquen esports estàtics es produeix una hipertròfia cardíaca, i en els que entrenen de manera dinàmica es produeix una dilatació cardíaca. Actualment, els resultats trobats són contradictoris. 135 atletes classificats segons la seva millor puntuació IAAF van ser distribuïts en diferents proves (des de 100 metres fins marató). Cada atleta va ser sotmès a un estudi ecocardiogràfic mitjançant un aparell de ecocardiografia (Thosiba SSH-140^a, Toshiba Medical System, S.A., España), que inclou imatge mono i bidimensional i Doppler polsat, continu i codificat en color.

Les variables ecocardiogràfiques mesurades varen ser: la dimensió diastòlica del ventricle esquerra (DVID), la paret posterior del ventricle esquerra (PP) i el septe interventricular (SIV).

El DVID és significativament més alt en les proves de mig fons i fons que en les de velocitat. No es troben variacions entre les diferents proves per a la PP i el SIV. El promig de DVID és més alt en els nostres atletes que en els informats en altres estudis, un 23,5% dels atletes que competeixen en distàncies superiors als 800 metres van obtenir un DVID > 59,5 mm; els valors de la PP i del SIV no són més alts que els trobats en altres estudis.

PARAULES CLAU: ecocardiografia, adaptació, dilatació, hipertròfia

SUMMARY. Morganroth et al (1975) formulated the differential factor of the type of training on the heart viscera: "among athletes who practice static sports, hypertrophy is induced and among those who train in a dynamic way, dilatation is induced". Nowadays the results appear to be contradictory.

135 athletes classified according to their best IAAF score were classified for each event (100 meter to marathon). An echocardiographic study was carried out on each athlete using an echocardiography device (Toshiba SSH-140^a; Toshiba Medical System S.A. Spain), which produces mono and two-dimensional images and has a Doppler continuous and colour-coded button.

The echocardiographic variables measured were: the left ventricular dimensions, end-diastolic (LVD), the left ventricular posterobasal wall thickness (LVPW) and septal wall thickness (SWT).

The LVD is significantly higher in mid- and long distance events than in speed events. The LVPW and SWT does not vary among different event. The average LVD is higher in our athletes than in other studies, 23,5% of the athletes who run more than 800 meters reach and LVD > 59,5 mm; the LVPW and SWT is not higher than the one found in other studies.

KEY WORDS: echocardiography, adaptation, dilatation, hypertrophy

INTRODUCCIO

Des de que Henschen el 1899 va publicar els seus treballs sobre el cor de l'esportista (Rost, 1989), han existit un seguit de teories sobre l'adaptació cardíaca a l'esforç físic que s'han anat modificant respecte al temps i a la introducció de noves tècniques de mesura per la imatge no invasiva.

En primer lloc, tenim la pregunta clau en la qual ens preguntem si: el "cor de l'esportista" és un fenomen patològic o és una adaptació positiva a l'entrenament? Les sorprenents imatges radiològiques dels cors dels atletes van fer que autors com Moritz (1902) sostinguessin que el "cor de l'atleta" era degut a una patologia congènita o bé que a conseqüència de l'entrenament, el cor mostrava una debilitat que determinava l'esmentada dilatació. El cor de l'atleta com a conseqüència d'un procés patològic va ser una idea predominant fins mitjans del segle XX.

L'any 1975, Morganroth i cols., van formular per primera vegada el factor diferencial del tipus d'entrenament sobre la víscera cardíaca: els atletes que practicaven esports estàtics (per exemple: halteròfils), desenvolupaven un increment del miocardi (hipertrofia), mentre que aquells que entrenaven de forma dinàmica (per exemple, fondistes) augmentaven la mida del cor. Aquest estudi es beneficiava de la recentment introduïda ecocardiografia monodimensional amb les limitacions que això comportava, i que va ser l'origen d'una controvèrsia que s'estén fins ara i que ha afectat el camp de l'entrenament, de manera que es diferencia, fins i tot actualment, entre els afectes de l'entrenament aeròbic respecte del anaeròbic.

Més tard, amb la introducció de la ecocardiografia bidimensional i de les ones rotatives, Perrault i Turcotte (1994), en un excel·lent treball de revisió, posen en dubte l'adaptació cardíaca a l'esforç físic en considerar que els increments que s'han trobat en la hipertrofia cardíaca estan per sota del límit de resolució tècnica de mesura, mentre que els increments trobats en la dilatació cardíaca tot i que excedeixen lleugerament la resolució tècnica de mida poden ser deguts a factors fisiològics, com la bradicàrdia i l'expansió de volum de plasma, en comptes de ser deguts a un canvi morfològic del cor.

Malgrat que la ecocardiografia bidimensional ha suposat un important avanç en el coneixement del cor de l'esportista, observen per la bibliografia consultada que els resultats trobats són molt controvertits, degut fonamentalment a diversos aspectes:

1. Heterogeneïtat dels grups estudiats: en molts estudis no s'especifiquen prou les característiques dels subjectes estudiats. És habitual trobar el criteri de comparació entre

"atletes que no són de resistència", incloent'hi, per tant, atletes d'una gran varietat de disciplines com judo, llançament de pes, disc, aixecament de pes i velocistes, com "atletes de resistència", incloent'hi a ciclistes de fons, remers, piragüistes, corredors de fons, en les disciplines dels quals s'hi afegeix un important component isomètric. Al respecte, gairebé cap estudi especifica el comportament dels esportistes.

2. Característiques antropomètriques: troben diversitat en els estudis de la superfície corporal (SC) dels subjectes estudiats; en uns, les variables ecocardiogràfiques es normalitzen i, en altres, no per a la superfície corporal.
3. Errades implícites en la tècnica de mesura: la resolució tècnica de mesura s'incrementa aproximadament a 2 mm² i fins i tot existeix una gran variació interobservadors. Pellicia i cols. (1991) van trobar una variació de 7,27% entre dos observadors pel que fa al gruix de la paret ventricular esquerra, degut fonamentalment a la dificultat per delimitar els vorells endocàrdics i no incloure en les mesures falsos components.

En aquest estudi, hem intentat controlar gran part dels factors esmentats abans amb l'objectiu de determinar les diferències existents en els gruixos i el volum del ventricle esquerra en esportistes d'elit que realitzen diferents tipus d'entrenament dins d'una mateixa disciplina.

MATERIAL I METODES

La mostra està formada per 135 atletes masculins que entrenaven per competir al màxim nivell en proves d'atletisme de cursa.

Per a tots els atletes es va seleccionar la millor marca obtinguda durant la temporada en les seves proves de competició. Les marques es van obtenir mitjançant la consulta del rànquing oficial elaborat pel Departamento de Estadística de la Real Federación Española de Atletismo.

El criteri emprat per determinar la millor marca en els esportistes que competien en diverses proves va ser mitjançant la corresponent equivalència de les marques segons la Puntuació establerta per la International Amateur Athletic Federation (IAAF) (Spiriev, 1998).

D'aquesta manera, els atletes van ser distribuïts per grups segons la prova de competició en la qual van obtenir millor rendiment, per la qual cosa, cap esportista podia ser inclòs en més d'una prova. Les distàncies de competició també es van englobar per especialitats generals segons la tradició marcada per la bibliografia^{1, 14, 18}; Migfons (800, 1.500, 3.000 i 3.000 metres obstacles) i Fons (5.000, 10.000 metres i marató).

Els estudis ecocardiogràfics es van realitzar al Centro Nacional de Investigación en Ciencias del Deporte amb un aparell de ecocardiografia, Toshiba SSH-140^a Sonolayer (Toshiba Medical System, S.A., España), que incorpora imatge mono i bidimensional i Doppler polsat, continu i codificat en color. Es van utilitzar transductors electrònics. L'equip porta incorporat un ordinador pel mesurament i el càlcul dels paràmetres emprats de forma sistemàtica en els laboratoris d'ecocardiografia. Els mesuraments es van realitzar en la paret posterior del ventricle esquerra (PP), del septe interventricular (SIV) i del diàmetre i volum telediastòlic del ventricle esquerra (DVID) (VTD). Els mesuraments es van realitzar seguint les normes de la American Society of Echocardiography (ASE) (Sahn i cols., 1978).

En la taula I s'indica per a cadascuna de les proves de competició: el nombre de subjectes, el promig d'edat, SC, temps transcorregut entre la valoració i la marca en competició i promig de la marca de competició i el seu coeficient de variació.

Es va aplicar una anàlisi de variància en la comparació entre els grups que competeixen en diferents proves, acceptant-se la significació com estadísticament positiva si la $p \leq 0,05$. En les mostres amb distribució no homogènia es va aplicar la U de Mann-Whitney.

RESULTATS

En la Taula II es presenta l'estadística descriptiva de les variables estudiades per a cadascuna de les proves de competició.

Taula I Característiques dels subjectes estudiats

Prova	n	Marca	Dies	SC	Edat
100 m.	18	10.71 (1,81%)	100	1,85	22,02
400 m.	25	47.78 (2,16%)	109	1,95	23,68
800 m.	24	1:49.83 (2,75%)	113	1,89	22,17
1500 m.	20	3:41.83 (2,85%)	99	1,84	24,31
3000 m.	3	7:45.53 (0,51%)	150	1,77	26,88
3000 obst.	4	8:38.96 (2,54%)	67	1,79	20,7
5000 m.	5	13:30.56 (2,13%)	125	1,72	26,34
10000 m.	18	28:58.66 (3,20%)	118	1,68	26,37
Marató	18	2:14:04 (3,30%)	79	1,71	30,93

Taula II Estadística descriptiva del DVID, PP i SIV en cada grup

	100 metres	400 metres	800 metres	1500 metres	3000 metres	3000 obst.	5000 metres	10000 metres	Marató
DVID	53,13	53,94	56,08	57,6	55,2	55,24	57,25	56,16	55,82
SD	2,35	3,18	3,12	3	4,68	3,31	2,43	3,23	4,45
VTD	136,45	141,58	154,8	164,51	149,69	149,46	161,97	155,37	153,77
SD	13,9	19,4	19,7	19,8	29,9	20,9	15,2	20	27,4
VTD/SC	73,61	72,86	81,76	89,60	84,26	83,52	94,56	92,69	89,86
SD	6,8	10,1	9,2	9,9	14,8	8,5	11,7	12,7	14,9
PP	9,17	9,20	9,04	9,5	11,33	9,25	9,4	9,5	9,22
SD	1	1	1,1	1,5	2,5	0,5	0,6	1,3	1,3
SIV	9,22	9,24	9,29	9,2	11	9,75	10,2	9,67	9,5
SD	0,9	1,2	1,2	1,6	2,7	0,5	1,1	1,2	1,3

En les Taules III, IV, V i VI es presenten, respectivament, els resultats estadístics trobats al comparar les variables estudiades entre les proves de velocitat i migfons, proves de velocitat amb les de fons, proves de migfons amb les de fons i entre proves d'una mateixa especialitat.

L'edat dels esportistes estudiats s'incrementa progressivament segons s'incrementa la distància de competició, des-

tacant el promig més alt el trobat entre els corredors de marató.

Tenint en compte l'equivalència de Punts establerta per la IAAF, els atletes de velocitat i de 800 metres són d'un nivell significativament inferior a la resta dels esportistes.

La SC dels esportistes de 800 metres i especialment de 400 metres és molt superior a la de la resta dels atletes. Els

Taula III Anàlisi de variància entre proves de velocitat i migfons

Velocitat ⇄ Migfons	Punts IAAF	Edat	SC	VTD	VTD/SC	PP	SIV
	*** b p (1,92)	(1,92)	* a p (1,92)	*** b (1,92)	*** b (1,92)	(1,92)	(1,92)
100 ⇄ 800	(1,40)	(1,40)	(1,40)	** b (1,40)	** b (1,40)	(1,40)	(1,40)
100 ⇄ 1500	** b p (1,36)	p = 0,0613 b p (1,36)	(1,36)	*** b (1,36)	*** b (1,36)	(1,36)	(1,36)
100 ⇄ 3000	*** b (1,19)	** b (1,19)	(1,19)	(1,19)	(1,19)	p = 0,0961 b p (1,19)	(1,19)
100 ⇄ 3000 obs.	** b (1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)	* b (1,20)	(1,20)	(1,20)
400 ⇄ 800	(1,47)	(1,47)	p = 0,0783 a (1,47)	* b (1,47)	** b (1,47)	(1,47)	(1,47)
400 ⇄ 1500	*** b (1,43)	(1,43)	*** a (1,43)	*** b (1,43)	*** b (1,43)	(1,43)	(1,43)
400 ⇄ 3000	*** b (1,26)	(1,26)	* a (1,26)	(1,26)	p = 0,0880 b (1,26)	p = 0,0689 b p (1,26)	(1,26)
400 ⇄ 3000 obs.	** b (1,27)	(1,27)	* a (1,27)	(1,27)	p = 0,0561 b (1,27)	(1,27)	(1,27)

(**) p ≤ 0,01, (***) p ≤ 0,001, a: valors superiors en el primer grup; b: valors superiors en el segon grup; p: anàlisi paramètric

Taula IV Anàlisi de variància entre proves de velocitat i fons

Velocitat ⇄ Fons	Punts IAAF	Edat	SC	VTD	VTD/SC	PP	SIV
	*** b (1,82)	*** b p (1,82)	*** a p (1,82)	*** b p (1,82)	*** b p (1,82)	(1,82)	p = 0,0912 b (1,82)
100 ⇄ 5000	*** b (1,21)	** b (1,21)	* a (1,21)	** b (1,21)	*** b (1,21)	(1,21)	* b (1,21)
100 ⇄ 10000	* b (1,34)	*** b p (1,34)	*** a (1,34)	** b (1,34)	*** b p (1,34)	(1,34)	(1,34)
100 ⇄ Marató	*** b (1,34)	*** b p (1,34)	*** a p (1,34)	p = 0,0619 b p (1,34)	*** b p (1,34)	(1,34)	(1,34)
400 ⇄ 5000	*** b (1,28)	(1,28)	*** a (1,28)	* b (1,28)	*** b (1,28)	(1,28)	(1,28)
400 ⇄ 10000	* b (1,41)	* b (1,41)	*** a (1,41)	* b (1,41)	*** b (1,41)	(1,41)	(1,41)
400 ⇄ Marató	*** b (1,41)	*** b (1,41)	*** a p (1,41)	(1,41)	*** b p (1,41)	(1,41)	(1,41)

(*) p ≤ 0,05, (**) p ≤ 0,01, (***) p ≤ 0,001, b: valors superiors en el segon grup; p: anàlisi paramètric

Taula V Anàlisi de variància entre proves de migfons i fons

Migfons ⇌ Fons	Punts IAAF	Edat	SC	VTD	VTD/SC	PP	SIV
	p = 0,0653 b (1,90)	*** b (1,90)	*** a (1,90)	(1,90)	** bp (1,90)	(1,90)	(1,90)
800 ⇌ 5000	* b (1,27)	* b (1,27)	*** a (1,27)	(1,27)	* b (1,27)	(1,27)	(1,27)
800 ⇌ 10000	(1,40)	** b (1,40)	*** a (1,40)	(1,40)	** b (1,40)	(1,40)	(1,40)
800 ⇌ Maratón	*** b (1,40)	*** b (1,40)	*** a p (1,40)	(1,40)	p = 0,0566 b p (1,40)	(1,40)	(1,40)
1500 ⇌ 5000	(1,23)	(1,23)	* a (1,23)	(1,23)	(1,23)	(1,23)	(1,23)
1500 ⇌ 10000	(1,36)	(1,36)	*** a (1,36)	(1,36)	(1,36)	(1,36)	(1,36)
1500 ⇌ Maratón	p = 0,0938 b (1,36)	*** b (1,36)	*** a (1,36)	(1,36)	(1,36)	(1,36)	(1,36)
3000 ⇌ 5000	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(1,6)
3000 ⇌ 10000	(1,19)	(1,19)	(1,19)	(1,19)	(1,19)	p = 0,0547 a (1,19)	(1,19)
3000 ⇌ Maratón	(1,19)	p = 0,0684 b (1,19)	p = 0,0928 a (1,19)	(1,19)	(1,19)	* a (1,19)	(1,19)
3000 obs. ⇌ 5000	(1,7)	** b (1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,7)
3000 obs. ⇌ 10000	(1,20)	** b p (1,20)	* a (1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)
3000 obs. ⇌ Maratón	(1,20)	** b p (1,20)	* a (1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)	(1,20)

(*) p ≤ 0,05, (**) p ≤ 0,01, (***) p ≤ 0,001, a: valors superiors en el primer grup; b: valors superiors en el segon grup; p: anàlisi paramètric

Taula VI Anàlisi de variància entre proves d'una mateixa especialitat

	Punts IAAF	Edat	SC	VTD	VTD/SC	PP	SIV
100 ⇌ 400	(1,41)	(1,41)	* b (1,41)	(1,41)	(1,41)	(1,41)	(1,41)
800 ⇌ 1500	p = 0,0583 b (1,42)	p = 0,0776 b (1,42)	* a (1,42)	(1,42)	** b (1,42)	(1,42)	(1,42)
800 ⇌ 3000	* b p (1,25)	* b (1,25)	* a (1,25)	(1,25)	(1,25)	** b (1,25)	(1,25)
800 ⇌ 3000 obs.	(1,26)	(1,26)	* a (1,26)	(1,26)	(1,26)	(1,26)	(1,26)
1500 ⇌ 3000	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	p = 0,0884 b (1,21)	(1,21)
1500 ⇌ 3000 obs	(1,22)	p = 0,0748 a p (1,22)	(1,22)	(1,22)	(1,22)	(1,22)	(1,22)
3000 ⇌ 3000 obs	(1,5)	** a (1,5)	(1,5)	(1,5)	(1,5)	(1,5)	(1,5)
5000 ⇌ 10000	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)
5000 ⇌ Maratón	(1,21)	* b (1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)	(1,21)
10000 ⇌ Maratón	* b (1,34)	** b (1,34)	(1,34)	(1,34)	(1,34)	(1,34)	(1,34)

(*) p ≤ 0,05, (**) p ≤ 0,01, (***) p ≤ 0,001, a: valors superiors en el primer grup; b: valors superiors en el segon grup; p: anàlisi paramètric

atletes que competeixen en 1.500 metres tenen valors lleugerament inferiors als dels atletes de 100 metres, baixant progressivament la SC fins els atletes que competeixen en 10.000 metres i marató.

El VTD s'incrementa de manera progressiva segons s'incrementa la distància de competició fins els 1.500 metres, on els seus especialistes assoleixen els valors més alts; en les proves de migfons llarg (3.000 i 3.000 metres obstacles) i de fons, el VTD és equiparable a l'observat en els esportistes de 800 metres. La comparació de mitjanes va ser estadísticament significativa en la majoria de comparacions entre proves de velocitat amb proves de migfons i fons, però, per exemple, no hi ha significació estadística entre les mitjanes obtingudes pels esportistes de 100 i 400 metres quan es comparen amb els maratonians. No es va trobar significació estadística entre proves de migfons i fons, ni entre proves d'una mateixa especialitat general. Tanmateix, en realitzar una anàlisi més detallada, observem que el VTD dels esportistes que van superar el 50% del percentil de la marca, atletes de la "Categoria A", en la prova de 10.000 metres, és de 167,35 ml i en la marató és de 176,17 ml, molt superiors als trobats a la resta dels grups estudiats. D'aquesta manera, aplicant una anàlisi de variància entre els resultats obtinguts pels esportistes de "Categoria A" de marató ($n = 9$) es troba una relació estadísticament significativa al comparar-se amb els esportistes de 100 ($p \leq 0,001$), 400 ($p \leq 0,001$), 800 ($p \leq 0,01$), 3.000 ($p \leq 0,05$), 3.000 metres obstacles ($p \leq 0,01$) i 10.000 metres ($p \leq 0,01$), i una $p = 0,059$ respecte al grup de 5.000 metres. Si normalitzen el VTD per a la SC, també troben diferències significatives entre els especialistes de migfons al comparar-se amb els de fons.

Les diferències entre esportistes especialitats en diferents proves de competició pel SIV i la PP són molt petites i no es troben diferències significatives destacades en la comparació entre els diferents grups.

DISCUSSIO

El DVID, en tots els grups estudiats, és molt superior als informats entre la població sedentària. Valors mitjos compresos entre 44,8 i 50 mm es troben en una àmplia mostra de controls masculins.^{4-6, 16, 17} Perrault i Turcotte (1994) recopilant dades de diversos estudis realitzats en 800 subjectes de control van oferir un diàmetre de $48,2 \pm 2,2$, molt per sota del $53,13 \pm 2,4$ mm trobat als nostres atletes de 100 metres que van obtenir els valors inferiors. Aquests resultats pressuposen que l'entrenament de velocitat produeix una dilatació de la cavitat del ventricle esquerra; a més a més, el pes d'aquests esportistes, 71 kg, no és diferent del de la població se-

dentària masculina, per tant, les diferències no poden ser degudes a una major mida corporal.

El DVID dels nostres esportistes de fons, $n = 41$, va ser de $56,14 \pm 3,69$ mm, amb un pes mig de 59,2 kg; els atletes de "Categoria A" de 10.000 metres i marató van obtenir respectivament una mesura de $58,1 \pm 1,52$ i de $59,42 \pm 1,57$ mm. Un 24% dels atletes que competeixen en les distàncies entre 1.500 i marató van obtenir un DVID $> 59,5$ mm. Aquestes dimensions són molt superiors a les mitjanes trobades, per altres autors, en els esportistes de resistència. En els estudis de Morganroth i cols. (1975), Ikäemo i cols. (1979), Fisher i cols. (1989), Valdés i cols. (1989) i Stork i cols. (1991) es va informar d'un DVID comprès entre 48,5-55 mm. Perrault i Turcotte (1994) van presentar un promig de $53,5 \pm 3,4$ mm basant-se en una recopilació d'estudis sobre 1.300 esportistes de resistència. De les 25 disciplines esportives avaluades per Pellicia i cols. (1991), el promig més gran amb un DVID de 56 ± 3 mm el va obtenir un grup de 92 homes i 3 dones que competeixen en proves de rem (SC = 2,04).

Els valors més importants de DVID i de VTD dels nostres esportistes de fons es deuen probablement al seu més alt rendiment esportiu; tot i que en els estudis esmentats no s'indica el rendiment en competició dels atletes, els autors han classificat les seves mostres com esportistes amateurs i de categoria regional i nacional.

Perrault i Turcotte (1994) en el seu treball de revisió crítica van destacar que l'increment promig en el DVID entre subjectes control i esportistes de resistència és igual o supera lleugerament la resolució tècnica, i que el seu significat pot qüestionar-se degut als efectes de l'entrenament sobre la bradicàrdia i l'expansió del volum de plasma.

Es possible que una part de l'increment del DVID en els esportistes pugui associar-se ja que la seva mesura es realitza en fase amb l'ona R d'un buscador de electrocardiograma simultani i qualsevol canvi en l'interval R-R afectarà al DVID. Els esmentats autors suggereixen que tot i que la bradicàrdia d'entrenament no pot respondre completament degut a l'increment del ventricle esquerra, la seva contribució no pot ignorar-se. De María i cols. (1979) van informar que un increment de 10 bat.min⁻¹ disminueix en un 2,7% la determinació del DVID.

Així mateix, Perrault i Turcotte (1994) indiquen que el volum de sang total dels esportistes és un 20-25% superior en els atletes que en els subjectes de control, i que expansions de volums sanguinis similars induïdes per canvis de posició s'han associat amb increments en la dimensió del ventricle esquerra fins a 5 mm.

Fins i tot estan d'acord amb Perrault i Turcotte (1994), els resultats trobats en aquest estudi evidencien que realment l'entrenament produeix canvis morfològics a la cambra ventricular esquerra, que no poden associar-se només a variacions en la freqüència cardíaca basal i a l'expansió del volum sanguini. Les diferències de més de 12 mm entre els millors atletes de fons i els subjectes de control aportades en diferents treballs de la bibliografia, pressuposen que les variacions en la cambra ventricular esquerra no poden ser degudes exclusivament als arguments aportats per aquests autors.

El gruix de la PP per a tota la mostra va ser de $9,31 \pm 1,23$ mm i del SIV de $9,42 \pm 1,23$ mm. Aquestes mitjanes només són 0,7 mm superiors a les que van informar Perrault i Turcotte (1994) en un treball de revisió realitzat en 800 subjectes de control. Tenint en compte la resolució tècnica dels mètodes ecocardiogràfics no s'evidencia tan clarament com en les variables de dilatació que hi hagi diferències importants en els gruixos parietals entre els esportistes i els subjectes de control. A l'esmentat treball, els autors van establir diferències de 1,6 mm entre esportistes de resistència i subjectes de control per a les PP, i van arribar a la conclusió que les esmentades diferències estaven dintre del marge d'errada de les tècniques de mesurament.

Tanmateix, la majoria dels estudis han trobat diferències entre esportistes de velocitat i/o resistència respecte dels subjectes de control pels gruixos cardíacs.^{4-6, 16, 17} Comparant els valors obtinguts pels nostres esportistes masculins amb els dels grups de control d'aquests estudis, en els treballs de Morganroth i de Fisher els subjectes de control van tenir valors superiors.

En estudiar el DVID obtingut pels nostres esportistes en relació amb els treballs d'altres autors, hem trobat que la mostra d'atletes avaluada obtenia valors superiors als aportats per la literatura, degut, possiblement, a diferències en el ren-

diment esportiu. Tanmateix, no s'estableix aquest patró al realitzar aquesta comparació pel que fa als gruixos cardíacs.

A l'esmentat treball de Perrault i Turcotte (1994), sobre una revisió d'uns 1.300 atletes de resistència, es va informar d'un gruix de la PP de $10,2 \pm 1,5$ mm, valors superiors obtinguts en els nostres esportistes de fons, $9,37 \pm 1,2$ mm. De la mateixa manera, els atletes de velocitat presentats per Morganroth i cols. (1975) i per Ikäeimo i cols. (1979) van mostrar uns gruixos clarament superiors als dels nostres atletes de velocitat. A més a més, a tots els estudis revisats que informen dels gruixos cardíacs dels atletes de fons, els autors presenten mitjanes lleugerament superiors a les dels nostres fondistes.^{4-6, 16, 17}

S'ha suggerit que els gruixos cardíacs eren específics dels diferents tipus d'entrenament; tanmateix, els resultats trobats en els diferents treballs són contradictoris.

Morganroth i cols. (1975) van informar de 12 esportistes implicats en exercicis isomètrics (esports de lluita i llançadors) d'un gruix de la PP significativament superior al mesurament realitzat en un grup de 15 corredors, $13,7 \pm 0,4$ vs $11,3 \pm 0,1$ mm. En un treball esmentat abans, Fisher i cols. (1989) van recolzar els resultats trobats per Morganroth, però els gruixos parietals van ser, fins i tot, superiors en els esportistes de resistència quan es van tenir en compte les característiques antropomètriques dels grups. Poc després de l'estudi de Morganroth, Ikäeimo i cols. (1979) van arribar a la conclusió que l'entrenament de resistència induïx a una més gran hipertròfia cardíaca que l'entrenament de velocitat, després de comprovar els gruixos cardíacs en 10 velocistes i en 12 corredors de fons. Calderón (1991) i Serratos (1998) van observar resultats semblants.

Dels resultats exposats en aquest estudi, és evident que no es produeix un procés d'adaptació a l'entrenament en les gruixos cardíacs i, si es produeixen, són insignificants.

Bibliografia

1. Brandon J. Physiological factors associated with middle distance running performance. *Sports Med.* 1995; 19 (4): 268-277.
2. Calderon FJ. Análisis comparativo mediante ecocardiografía Doppler color entre atletas de resistencia y velocidad. Tesis Doctoral, Facultad de Medicina (Universidad Complutense de Madrid). 1991.
3. De María N, Neumann A, Schubart J, Lee G, Mason T. Systematic correlation of cardiac chamber size and ventricular performance determined with echocardiography and alterations in heart rate in normal persons. *American Journal of Cardiology.* 1979; 43: 1-9.
4. Fisher G, Adams T, Yanowitz F, Ridges D, Orsmond G, Nelson G. Noninvasive evaluation of world class athletes engaged in different modes of training. *Am J Cardiol.* 1989; 63 (5): 337-341.
5. Ikäheimo M, Palatsi I, Takkunen J. Noninvasive evaluation of the athletic heart: sprinters versus endurance runners. *Am J Cardiol.* 1979; 44: 24-30.
6. Morganroth D, Barry J, Maron, D, Walter L, Henry D, Stephen E. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Annals of Internal Medicine.* 1975; 82: 521-524.
7. Moritz F. Über othodiographisch untersudungen am herzem. *Med Wschr* 49 /1. Citado por Rost R, Hollmann W (1983). Athlete's heart – A review of its historical assesment and new aspects. *Int J Sport Med.* 1902; 75 (4): 17.
8. Pelliccia A, Barry J, Maron D, Spataro A, Proschan M, Spirito P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med.* 1991; 324: 295-301.
9. Perrault H, Turcotte A. Exercise-induced cardiac hypertrophy. Fact or fallacy? *Sports Med.* 1994; 17 (5): 288-308.
10. Pons de Beristain C, Binia M. Imagen por resonancia magnética: un nuevo sistema valorativo de la hipertrofia ventricular izquierda en deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte (XIII).* 1996; 51: 19-23.
11. Rost R. El corazón del deportista. *Archivos de Medicina del Deporte (VI).* 1989; 23: 281-283
12. Sahn J, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements. *Circulation.* 1978; 58: 1072-1083.
13. Serratosa L. Características morfológicas del corazón del deportista de elite. Estudio ecocardiográfico. *Archivos de Medicina del Deporte. (XV).* 1998; 66: 349-350.
14. Snell P. Middle distance running. In: *Physiology of sports.* Edited by Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C. De E&FN Spon, London. 1993; 101-120.
15. Spiriev B. IAAF scoring tables of athletics. IAAF. 1998.
16. Stork V, Mockel M, Eichstadt H, Muller R, Hochrein H. Noninvasive assessment by pulsed Doppler ultrasound of left ventricular filling behavior in long distance runners during marathon race. *Am J Cardiol.* 1991; 68(11): 1237-1241.
17. Valdés M, Monreal S, García A, Apellániz G, Soria F, Vicente T, García P, Sánchez F, Cano A. Valoración anatómica y funcional ecocardiográfica de los cambios inducidos en un grupo de atletas con el entrenamiento. *Archivos de Medicina del Deporte (VI).* 1989; 22: 123-127.
18. Zintl F. Entrenamiento de la resistencia. Barcelona: Martinez Roca. 1991.