

Resposta dels marcadors cardíacs i del múscul esquelètic en esportistes recreacionals adults

RAMÓN J. NUVIALA MATEO
MARÍA A. JULIAN ANSON
MARÍA MORENO IGOA

Sevei de Bioquímica Clínica
Hospital Clínic Universitari
"Lozano Blesa"

CORRESPONDÈNCIA:
Dr. Ramón J. Nuviala
Servei de Bioquímica
H.C.U. "Lozano Blesa"
Avda. San Juan Bosco, 15
50009 Zaragoza
E-mail: rnuviala@posta.unizar.es

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2004; 145: 17-22

RESUM: En un grup de 23 esportistes homes sans (11 jugadors de futbol-7 i 12 de pilota basca), d'edats compreses entre 35 i 64 anys, es van analitzar les respostes després de l'activitat física de la troponina I (Tnlc), la mioglobina i les activitats enzimàtiques lactato-deshidrogenasa (LHD), creatin-quinasa (CK) i el seu isoenzim cardíac (CK-MB). Després d'una extracció sanguínia abans de l'exercici i dues més passades 6 i 12 hores de la finalització de l'exercici, no es va detectar en cap dels esportistes una concentració de Tnlc per sobre del límit alt de normalitat (0,04 ng/mL) ni abans ni després de l'exercici físic. En ambdós grups d'esportistes es va observar un increment significatiu ($p < 0,01$) de les concentracions de CK a les 6 i 12 hores postexercici, mentre que l'augment del isoenzim CK-MB va ser més discret, sense sobrepassar el límit alt de normalitat (25 UI/l). La LDH i la mioglobina van experimentar un increment màxim a les 6 hores postexercici ($p < 0,01$), minvant a les 12 hores, tot i que amb valors més alts que els basals. Els resultats obtinguts per a la Tnlc en els esportistes recreacionals adults estudiats, en permet afirmar que no existeix evidència de dany miocàrdic mínim després de practicar exercici físic.

PARAULES CLAU: Futbol-7. Pilota basca. Troponina I. Activitats enzimàtiques.

SUMMARY: Troponin I (Tnlc) and myoglobin responses and enzymatic activities of lactate dehydrogenase (LDH), creatin-kinase (CK) and its cardiac isoenzyme (CK-MB) have been analyzed after physical activity in a group of 23 healthy adult sportsmen (11 football-7 players and 12 basque "pelota" players), with a range age between 35 and 64 years. Following basal blood extraction before exercise, and two more extractions 6 and 12 hours after exercise practice, no Tnl increase above normality threshold (0.04 ng/mL) was detected in none of the sportsmen. Both sport groups presented a significant ($p < 0.01$) increase in CK concentration within 6 and 12 hours post-exercise, while CK-MB increase was more discreet, without exceeding the high normality threshold (25 UI/L). A peak increase was found in both LDH and myoglobin concentrations within 6 hours post-exercise ($p < 0.01$), being decreased within 12 hours, although still keeping significantly high compared to their basal levels. The results for Tnlc obtained from recreational adult sportsmen allow us to affirm that there is no evidence of minimal myocardial damage after physical exercise practice.

KEY WORDS: Football-7. Basque "pelota". Troponin I. Enzymatic activities.

INTRODUCCIO

Està àmpliament admès que l'activitat física té efectes positius per a la salut, tot i que també té els seus riscos i no s'ha de menysprear el fet que la pràctica esportiva augment sensiblement el risc de patir mort súbita,^{1,2}; alguns autors la relacionen amb malalties cardiovasculars asimptomàtiques en els esportistes.³ Tot i que no existeix unanimitat entre els autors respecte a l'edat a partir de la qual s'incrementa el risc en els esportistes, les dades disponibles en el nostre país mostren que la cardiopatia isquèmica és la primera causa de mort entre els esportistes majors de 35 anys.¹

Durant la dècada dels anys noranta, han aparegut nous marcadors de lesió miocàrdica amb major sensibilitat i especificitat diagnòstica que han millorat notablement la detecció del dany miocàrdic per mínim que sigui.^{4,5} La utilització d'aquests nous marcadors i principalment de les troponines cardíques I i T (TnIc i TnTc), conjuntament amb els marcadors clàssics pot tenir un gran interès pel diagnòstic o depistatge de possibles lesions subjacents en persones adultes aparentment sanes implicades en activitats esportives intenses,⁶ fet que, a més a més, pot suposar una clara contraindicació per a la pràctica esportiva.⁷

L'objectiu d'aquest treball ha estat examinar la resposta del marcador cardíac en esportistes recreacionals adults que practiquen exercici intens de forma ocasional, amb la finalitat de comprovar si es produeix un mínim dany miocàrdic i valorar la possible utilitat d'aquests marcadors en els controls mèdics amb caràcter preventiu que haurien de fer-se els esportistes adults.

MATERIAL I METODE

S'han estudiat 23 homes adults sans d'edats compreses entre 35 i 64 anys, que realitzaven exercici físic intens de forma ocasional, especialment els caps de setmana. Onze d'aquests esportistes jugaven al futbol-7, mentre que els altres 12 participaven en l'activitat de pilota basca. Prèviament a la realització de l'estudi se'ls va informar degudament de la seva finalitat, insistint en la seva voluntarietat. Tots van complir una petita enquesta de salut, relacionada amb els factors de risc cardiovascular (hàbit tabàquic, pressió arterial, alteracions del metabolisme lipídic), diabetis o altres malalties cròniques així com de la possible ingesta de fàrmacs de forma habitual. També se'ls hi va preguntar si patien alguna malaltia cardíaca.

Se'ls hi va practicar una extracció sanguínia basal el dia anterior a la realització de l'activitat física així com a les 6 i 12 hores de finalitzat l'exercici. Les mostres obtingudes es

van repartir en dues parts alíquotes: una amb anticoagulant (EDTA-K3) i una altra en un tub de buit per a l'obtenció de sèrum (amb separador de sílice-gel). Les mostres de sang amb anticoagulant van ser degudament homogeneïtzades, determinant-se seguidament el volum hematòcrit (Hto) i l'hemoglobina (Hb) en un comptador hematològic model MAXM (Beckman Coulter). Posteriorment, aquests tubs amb anticoagulant van centrifugar-se obtenint el plasma i determinant la troponina I (TnIc) i la mioglobina, mitjançant enzimimmunoanàlisi en un analitzador model Access (Beckman).⁸ Per altra part, en el sèrum obtingut dels tubs en buit es van mesurar les activitats enzimàtiques del perfil cardíac clàssic: lactat-deshidrogenasa (LHD), creatíquinasa total (CK) i els seu isoenzim cardíac (CK-MB) mitjançant un autoanalitzador model Synchron CX-7 (Beckman).

A partir dels valors detectats per el Hto i Hb en les diferents extraccions realitzades, es van calcular els canvis de volum plasmàtic postexercici segons la fórmula descrita per Greenleaf i Hinghofer-Szalkay.⁹

L'anàlisi estadística es va realitzar mitjançant el programa informàtic SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Versió 10.0. Després de comprovar mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov que la distribució dels diferents variables era normal en ambdós grups d'esportistes, es va aplicar el test de Student per a sèries aparellades en l'estudi entregrup. Per comparar els resultats entre ambdós grups d'esportistes també es va utilitzar el test Student per a sèries no aparellades. Els nivells de significació es van establir per a $p < 0,05$ i $p < 0,01$.

RESULTATS

En la Taula I figuren les característiques físiques i el temps mig d'exercici físic realitzat pels dos grups d'esportistes. Tant per al Hto com per al Hb es van trobar valors significativament menors ($p < 0,01$) a les 6 i 12 hores de finalitzar l'exercici en els jugadors de futbol-7 en relació amb els valors basals, mentre que en els practicants de pilota basca només la Hb tenia un valor significativament menor ($p < 0,05$) a les 6 i 12 hores (Taula II). Els canvis detectats per al volum plasmàtic eren molt petits en ambdós grups i han d'influir en les modificacions experimentades pels diversos marcadors de lesions miocàrdiques analitzades.

La concentració de CK va augmentar significativament ($p < 0,01$) a les 6 hores després de l'exercici, essent encara més alta a les 12 hores ($p < 0,01$), tant en els jugadors de futbol com en els de pilota basca (Figura 1). L'augment del seu isoenzim CK-MB va ser més discret, tant a les 6 hores —amb un

Taula I Característiques físiques i temps d'exercici físic realitzat.

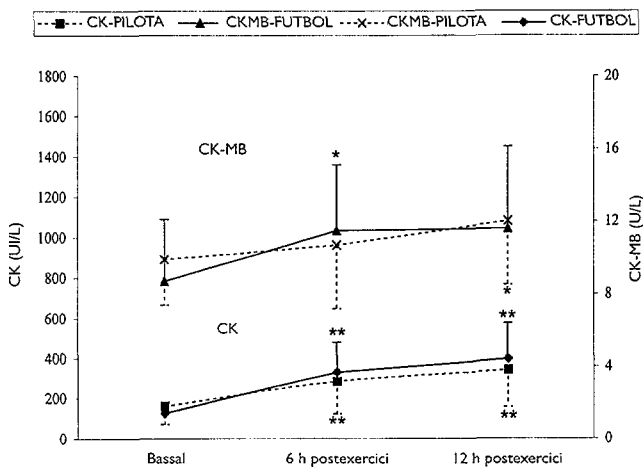
	Futbol-7	Pilota Basca
n	11	12
Edat (anys)	46,2 ± 6,4	51,1 ± 10,4
Pes (kg)	78,4 ± 9,1	77,5 ± 10,0
Alçada (cm)	170,0 ± 0,1	173,0 ± 0,1
Temps d'exercici (min)	57,2 ± 10,8	59,5 ± 12,5

increment significatiu en els futbolistes ($p < 0,05$)— com a les 12 hores postexercici —amb un increment significatiu en els pelotaris ($p < 0,05$)—. En cap dels esportistes es va detectar un valor superior a 25 UI/L, considerat com límit alt de normalitat d'aquest isoenzim cardíac de la CK.

Per a la LDH també es va detectar un increment significatiu ($p < 0,01$) a les 6 hores de finalitzar l'exercici en ambdós grups d'esportistes, baixant els seus nivells a les 12 hores tot i que seguien sent molt superiors als bassals (Figura 2). Els canvis de mioglobina van ser molt similars als de la LDH,

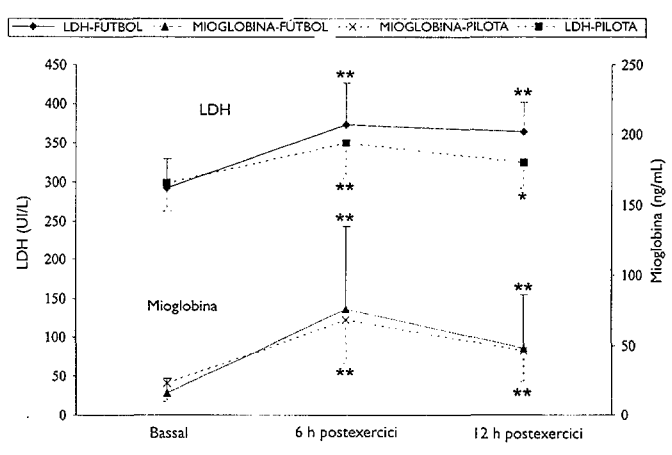
Taula II Canvis hematològics i del volum plasmàtic després de l'exercici físic. Test Student: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

	FUTBOL-7			PILOTA BASCA		
	Bassal	6 h postexercici	12 h postexercici	Bassal	6 h postexercici	12 h postexercici
Hematòcrit (%)	45,6 ± 1,9	43,3 ± 1,5**	43,1 ± 1,7**	45,2 ± 3,7	44,8 ± 3,5	44,2 ± 3,6
Hemoglobina (g/dL)	14,9 ± 0,6	14,3 ± 0,5**	14,2 ± 0,6**	15,3 ± 1,0	14,9 ± 1,0*	14,7 ± 1,1*
Volum plasmàtic (%)	—	-1,5	-0,9	—	+1,5	+1,5

Figura I Variacions de la CK i CK-MB produïdes per l'exercici físic. Test Student: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ 

amb un augment significatiu ($p < 0,01$) a les 6 hores i una clara davallada a les 12 hores, tot i que mantenint-se els nivells significativament alts en relació amb els bassals ($p < 0,01$) tant en els futbolistes com en els pelotaris.

El comportament observat en els paràmetres anteriors era molt similar en els dos grups d'esportistes, de manera que l'estudi estadístic per als diferents paràmetres només va mostrar diferències significatives entre ambdós grups per a

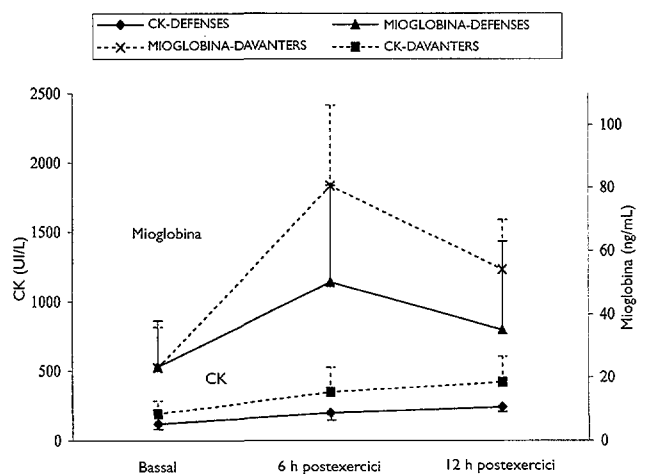
Figura II Variacions de la LDH i la mioglobina produïdes per l'exercici físic. Test Student: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ 

la LDH a les 12 hores postexercici, amb nivells més alts per als futbolistes ($p < 0,05$).

Segons la posició ocupada pels jugadors de pilota basca, el grup de 12 estava format per 5 defenses i 7 davanters. Per tal de comprovar si la demarcació podia ser el motiu de diferències en les respostes enzimàtiques, si més no en les de predomini muscular, es van analitzar la CK i la mioglobina. Els resultats obtinguts no mostraven diferències sig-

nificatives d'aquests paràmetres ni en el control basal ni a les 6 ni a les 12 hores postexercici, entre ambdós grups (Figura 3).

Figura III Diferències entre les modificacions de la CK i la mioglobina en pelotaris (defenses vs davanters)



Les concentracions detectades abans de l'exercici per a la Tnlc estaven, en tots els esportistes estudiats, per sota del límit alt de normalitat, establert, segons el nostre laboratori, en 0,04 ng/mL. Tampoc es van detectar elevacions per sobre d'aquesta xifra en les determinacions realitzades a les 6 i a les 12 hores de finalitzat l'exercici físic.

DISCUSSIO

Els marcadors cardíacs analitzats en aquest treball tenen una cinètica d'alliberació diferent, essent la mioglobina la que es veu augmentada més aviat, mentre que la més tardana en sang és la LDH. S'han escollit les 6 i les 12 hores de finalitzat l'exercici en funció de la cinètica del marcador que més interès tenia, en el nostre cas la Tnlc. És a partir de les 6 hores quan la Tnlc assoleix una major sensibilitat diagnòstica, amb un valor màxim en plasma establert a les 12-18 hores de l'inici del dolor precordial.^{5,10}

La resposta obtinguda en els nostres esportistes per a la CK total ha de considerar-se com normal augmentant, primer, a les 6 hores i incrementant-se encara més la seva activitat a les 12 hores postexercici. Es comprova també un increment proporcionalment més gran en els futbolistes en relació amb els nivells basals trobats per a la mateixa. La resposta màxima d'aquest enzim es produeix més tard, cap a

les 24 hores de finalitzat l'exercici, tot i que no es pot oblidar que aquest comportament està més vinculat a activitats físiques de més durada que la dels nostres esportistes, com és el cas de la marató.^{11,12} En relació amb la CK-MB es va comprovar un cert paral·lelisme amb els canvis vistos per a l'activitat total de la CK. El més destacable d'aquest isoenzim cardíac és que cap dels nostres esportistes va superar el límit alt de normalitat, ni abans ni després de l'exercici i, tampoc, es van comprovar activitats de la CK-MB superiors al 25% de l'activitat total de la CK, límit acceptat com a normal en esportistes degut a l'alt contingut en el múscul metabòlicament actiu dels mateixos.^{13,14} La valoració dels increments de CK-MB ha de realitzar-se amb molta cura per tal d'evitar els falsos diagnòstics d'infart agut de miocardi.¹⁵

La LDH és un marcador molt inespecífic, resultant difícil saber quin del seus 5 isoenzims contribueix a l'increment de la seva activitat sèrica total. En l'infart agut de miocardi hi predomina l'isoenzim LDH-1 sobre el LDH-2, mentre que després d'activitats físiques intenses augmenten els isoenzims LDH-4 i LDH-5.¹⁶ Degut a aquesta inespecificitat i a que, a més a més, és un marcador cardíac d'increment tardà, la seva utilitat per detectar lesions miocàrdiques queda gairebé descartada. En cap dels nostres esportistes es va detectar un augment de la LDH després de l'exercici físic que no estigués per sobre del límit de la normalitat en la nostra tècnica (480 U/L), trobada coincident amb l'esmentat per Munjals i cols.¹⁴ en corredors recreacionals adults.

La mioglobina està considerada com el marcador més precoç i sensible per al diagnòstic de lesió miocàrdica, però, per contra, la seva especificitat diagnòstica és baixa pel dany miocàrdic degut a la seva àmplia distribució en el múscul esquelètic.^{5,14} En els nostres esportistes es va detectar un increment a les 6 hores postexercici, mentre que a les 12 hores, la tendència era descendent, el que contrastava amb les activitats enzimàtiques analitzades que, en aquest temps de recuperació, seguien incrementant-se o, si més no, es mantenien altes. Lucía i cols.¹² van comprovar el seu nivell més elevat immediatament després d'una prova de marató, minvant lleugerament a les 6 hores de finalitzada i amb nivells molt propers als basals a les 24 hores, el que confirma clarament la precocitat i la ràpida eliminació de la mioglobina en sang. El comportament de la mioglobina a nivell individual va ser dispar. En els futbolistes, es trobava elevada, per sobre del seu límit de normalitat (>70 ng/mL, a les 6 hores postexercici en 5 subjectes i a les 12 hores es mantenia alta només en un cas. Entre els jugadors de pilota, a les 6 hores estava alta en 6 subjectes i a les 12 hores només en 2. Tal com ho expliquen Roxin i cols.,¹⁷ els augments de la mioglobina poste-

xercici són més importants en esportistes d'edats superiors al 50 anys, en relació amb els de menor edat. En aquest estudi no es va demostrar una relació directa entre les modificacions de la mioglobina i l'edat, ni tampoc amb l'hàbit tabàquic ni amb el temps d'activitat física realitzat, molt similar en els diferents individus. Tot i que no existien diferències significatives entre els valors mitjos de mioglobina dels defenses i davanters, els nivells eren superiors tant a les 6 com a les 12 hores en els davanters i entre aquests es mantenia alta en 6 casos enfront a un únic cas dels defenses, el que s'exploraria pel tipus de treball físic realitzat, més explosiu en el cas dels davanters.

L'absència d'incrementos de la Tnlc després de l'exercici físic, demostra que hi ha perjudici miocàrdic mínim en els esportistes estudiats. La majoria de treballs que analitzen els efectes de l'exercici físic sobre els marcadors cardíacs (mioglobina i troponines I i T) fan referència a activitats de llarga durada, especialment maratons i exercicis d'ultraresistència, arribant a resultats dispars. Lucía i cols.,¹² no han detectat increments de la Tnlc en els seus corredors de marató a les 6 hores següents a l'exercici, mentre que Mair i cols.⁷ després d'un marató alpí de 67 km, tampoc esmenten modificacions anormals. De la mateixa manera, no s'han detectat augments de la Tnlc circulant en persones grans sedentàries d'ambdós sexes, després d'una sessió intensa d'entrenament de força, amb una durada aproximada de 75 min.¹⁸ Per contra, després d'activitats considerades com d'ultraresistència si que es descriuen clars increments de la Tnlc en alguns esportistes participants, amb diferències en el percentatge de casos igual que en els diferents temps de les extraccions sanguínies,^{19,20,21} arribant a afirmar-se que els esforços extraordinaris de llarga

durada poden induir lesions miocàrdiques subclíniques fins i tot a esportistes ben entrenats.²⁰ El que es desconeix és si aquests increments dels nivells de troponina poden tenir alguna conseqüència clínica o esportiva a llarg termini.²²

La interpretació dels increments de la Tnlc, al igual que de la TnTc, ha de fer-se amb molta cura, doncs alguns dels treballs que en descriuen clars augments després de l'exercici físic, són deguts a què els mètodes emprats utilitzaven reactius de primers generacions amb baixa sensibilitat i possibilitat de reaccions creuades. En aquells casos en què va ser possible disposar de les mateixes mostres es va comprovar que es tractava de "falsos positius" quan es recorria a tècniques esmentades de segona generació.^{7,23}

Els resultats d'aquest treball mostra que en un grup d'esportistes recreacionals adults que realitzen exercici intens de forma ocasional es produeixen, com a resposta a l'exercici, clares modificacions dels marcadors del múscul esquelètic, mentre que el comportament dels marcadors del múscul cardíac demostra l'absència de lesió miocàrdica mínima. La utilització de les troponines cardíques no ha de ser indiscriminada sinó que ha de limitar-se a aquells esportistes en els quals recaigui la sospita de presentar o bé que presentin símptomes clínics característics de cardiopatia isquèmica, durant o després de l'exercici físic, tenint en compte que un nombre important d'episodis de síndrome coronari agut passen desapercibuts o cursen amb una simptomatologia molt poc manifesta. La discriminació entre els marcadors de predomini cardíac i de múscul esquelètic és molt important, però encara ho és més tenir sempre present la diferent cinètica d'alliberació al torrent circulatori de cadascun d'ells.

Bibliografia

1. BORAITA A. Muerte súbita y deporte. ¿Hay alguna manera de prevenirla en los deportistas? *Rev Esp Cardiol* 2002; 55: 333-336.
2. TABIB A, MIRAS A, TANIÈRE P, LOIRE R. Undetected cardiac lesions cause unexpected sudden cardiac death during occasional sport activity. *Eur Heart J* 1999; 20: 900-903.
3. NORTHCOTE RJ, BALLANTYNE D. Sudden cardiac death in sport. *Br Med J* 1983; 287: 1357-1359.
4. BRAUNWALD E, ANTMAN EM, BEASLEY JW, CALIFF RM, CHEITLIN MD, HOCHMAN JS y cols. ACC/AHA Guidelines for the management of patients with unstable angina and non-ST-segment elevation myocardial infarction. *JACC* 2000; 36: 970-1062.
5. GALAN A, GUILLEN E, MARTIN JL, NOGUERA A, PADROS G, RIVAS MD. Recomendaciones para el uso de marcadores bioquímicos de lesión miocárdica. *Quim Clin* 2003; 22: 29-32.
6. MAIR J, SCHOBERSBERGER W, KOLLER A, BIALK P, VILLIGER B, FREY W y cols. Risk for exercise-induced myocardial injury for athletes performing prolonged strenuous endurance exercise. *Am J Cardiol* 1997; 80: 543-544.
7. Generalitat de Catalunya. Departament de Sanitat i Seguretat Social. Guia per la promoció de la salut per mitjà de l'activitat física. Quaderns de Salut Pública, 8. Barcelona, 1994.
8. ADAMS JE, BODOR GS, DAVILA-ROMAN VG, DELMEZ JA, APPLE FS, LADESON JH y cols. Cardiac troponin I: a marker with high specificity for cardiac injury. *Circulation* 1993; 88: 101-106.
9. GREENLEAF JE, HINGHOFER-SZALKAY H. Plasma volume methodology: Evans blue, hemoglobin-hematocrit, and mass density transformations. NASA Technical Memorandum 86834, Moffett Field, California, 1985.
10. ORDOÑEZ J, SANTALO M. Nuevos marcadores de necrosis miocárdica. Redefinición del infarto agudo de miocardio. Barcelona: Roche Diagnostics S.L., 2002.
11. SOEDER G, GOLF SW, GRAEF V, TEMME H, BRUSTLE A, ROKA L y cols. Enzyme catalytic concentrations in human plasma after a marathon. *Clin Biochem* 1989; 22: 155-159.
12. LUCIA A, SERRATOSA L, SABORIDO A, PARDO J, BORAITA A, MORAN M y cols. Short-term effects of marathon running: no evidence of cardiac dysfunction. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 31: 1414-1421.
13. NUVIALA RJ, LAPIEZA MG. El Laboratorio de Bioquímica en el control del deportista. Valores de referencia. En: Valoración del deportista. Aspectos biomédicos y funcionales. Ed. González JJ, Villegas JA. Pamplona: FEMEDE; 1999, pp. 117-135.
14. MUNJAL DD, MCFADDEN JA, MATIX P, COFFMAN KD, CATTANEO SM. Changes in serum myoglobin, total creatine kinase, lactate dehydrogenase and creatine kinase MB levels in runners. *Clin Biochem* 1983; 16: 195-199.
15. NUVIALA RJ, RODA L, LAPIEZA MG, BONED B, GINER A. Serum enzymes activities at rest and after a marathon race. *J Sports Med Phys Fitness* 1992; 32: 180-186.
16. WALLACH J. Interpretación clínica de las pruebas de laboratorio. Barcelona: Masson, S.A. 1998.
17. ROXIN LE, HEDIN G, VENGE P. Muscle cell leakage of myoglobin after long-term exercise and relation to the individual performances. *Int J Sports Med* 1986; 7: 259-263.
18. BERMON S, RAMA D, DOLISI C. Cardiovascular tolerance of healthy elderly subjects to weight-lifting exercises. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1845-1848.
19. RIFAI N, DOUGLAS PS, O'TOOLE M, RIMM E, GINSBURG GS. Cardiac troponin T and I, electrocardiographic wall motion analyses, and ejection fractions in athletes participating in the Hawaii Ironman Triathlon. *Am J Cardiol* 1999; 83: 1085-1089.
20. NEUMAYR G, GAENZER H, PFISTER R, STURM W, SCHWARZACHER SP, EIBL G y cols. Plasma levels of cardiac troponin I after prolonged strenuous endurance exercise. *Am J Cardiol* 2001; 87: 369-371.
21. NEUMAYR G, PFISTER R, MITTERBAUER G, MAURER A, GAENZER H, STURM W y cols. Effect of the "Race Across The Alps" in elite cyclists on plasma cardiac troponins I and T. *Am J Cardiol* 2002; 89: 484-486.
22. KOLLER A, SUMMER P, MOSER H. Regular exercise and subclinical myocardial injury during prolonged aerobic exercise (letter). *JAMA* 1999; 282: 1816.
23. SIEGEL AJ, SHOLAR M, YANG J, DHANAK E, LEWANDROWSKI KB. Elevated serum cardiac markers in asymptomatic marathon runners after competition: Is the myocardium stunned? *Cardiology* 1997; 88: 487-491.