

# Conseqüències del descans estival sobre el rendiment de joves esportistes

J.A. CADEFAU, J. PARRA, N. AMIGÓ<sup>1</sup>,  
I. FERRER<sup>2</sup>, N. TERRADOS<sup>3</sup> & R. CUSSÓ\*

Unitat de Bioquímica. Facultat de  
Medicina. Universitat de Barcelona.  
<sup>1</sup>Servei de Medicina Esportiva del RCD  
Espanyol. Barcelona.  
<sup>2</sup>Servei d'Anatomia Patològica.  
Hospital Prínceps d'Espanya.  
L'Hospitalet de Llobregat.  
<sup>3</sup>Servei de Medicina Deportiva  
Municipal d'Avilés. Astúries.

CORRESPONDÈNCIA

Dra. Roser Cussó  
Unitat de Bioquímica. Facultat de Medicina.  
Universitat de Barcelona.  
C/ Casanova 143. 08036 Barcelona.  
Tel: 402-19-19 – Fax: 403-52-60  
email: [cusso@medicina.ub.es](mailto:cusso@medicina.ub.es)

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 1998; 129: 5-10

**SUMMARY.** BASIS: In all sporting schedules, and particularly in the case of young people, the summer rest period between seasons eluded trainers' control. The aim of this work was to study the effect of some weeks of rest on three groups of young footballers who had trained for one season (11 months). METHOD: Based on muscular biopsies conducted before and after the summer break, biochemical and histological parameters could be measured, which were correlated with the evolution of sporting performance. RESULTS: We observed an area loss in the type I and type II fibres and a decrease in the activity of creatine kinase, citrate synthase, phosphofructokinase, lactate dehydrogenase and aspartate aminotransferase. Sporting performance was also evaluated using a 35-metre running test and a Navette race. CONCLUSIONS: The summer break altered the season muscular pattern to conditions that made it possible to maintain anaerobic capacity, demonstrated by consistent results in the 35-metre run, but with a deterioration in aerobic capacity because all the groups deteriorated significantly as can be seen in the results of the Navette race.

**KEY WORDS:** adolescent, aerobic training, glycogen metabolism, glycolysis and muscular biopsies.

**RESUM.** FONAMENTS: En tota programació esportiva, i especialment en la dels joves, el període de descans estival entre temporades ha estat fora del control dels entrenadors. L'objectiu d'aquest treball va ser estudiar l'efecte de algunes setmanes de descans en tres grups de joves jugadors de futbol que havien estat entrenant durant una temporada (11 mesos). MÈTODE: A partir de biòpsies musculars efectuades abans i després del descans estival es van poder mesurar paràmetres bioquímics i histològics que van ser correlacionats amb l'evolució del rendiment esportiu. RESULTATS: Es va observar un pèrdua d'àrea en les fibres del tipus I i les del tipus II, així com un descens en l'activitat de la creatina quinasa, citrat sintasa, fosfofructoquinasa, lactat deshidrogenasa i aspartat aminotransferasa. El rendiment esportiu també va ser evaluat mitjançant un test de carrera de 35 metres i una "course Navette". CONCLUSIONS: El descans estival va alterar el patró muscular de final de temporada vers a unes condicions que permetien mantenir la capacitat anaeròbica, mostrada per un manteniment dels resultats a la carrera de 35 metres, però amb un deteriorament de la capacitat aeròbica ja que tots els grups van empitjorar significativament com es desprèn dels resultats de la cursa Navette.

**PARAULES CLAU:** adolescent, entrenament aeròbic, metabolisme del glicogen, glicòlisi i biòpsies musculars.

## INTRODUCCIÓ

L'adaptació muscular a un entrenament esportiu depèn del tipus, la intensitat i de la duració de l'entrenament, com també de l'edat de l'atleta. Sembla ben establert que l'entrenament de resistència indueix canvis bioquímics i morfològics en les fibres musculars consistents en un increment en la producció d'energia a través del metabolisme oxidatiu.<sup>1,2,3</sup> Respecte a l'entrenament de velocitat, no està tan clar que hi ha hagut un increment en les activitats dels enzims glicolítics.<sup>4,5</sup> Malauradament hi ha molta menys informació respecte al metabolisme energètic en el múscul d'infants o adolescents i les seves modificacions originades per l'entrenament i el desentrenament.<sup>6,7</sup> És un fet assumit que els joves tenen una baixa capacitat glicolítica muscular com a conseqüència d'una baixa activitat de l'enzim fosfofructoquinasa (PFK),<sup>8,9</sup> pas limitant de la glicólisi. Però alguns autors han mostrat que la majoria de diferències entre els joves i els adults desapareixen quan els nois són entrenats de manera exhaustiva.<sup>10</sup> De poca informació es disposa sobre l'efecte del descans. Solsament Fournier i cols<sup>11</sup> han assenyalat que les activitats PFK i succinat deshidrogenasa (SDH) que l'entrenament havia fet pujar en un grup de nois de 16-17 anys, van retornar als valors previs a l'entrenament després de 6 mesos de descans. Aquesta aturada de l'activitat és massa llarga per a correspondre a allò que usualment s'entén com període de descans estival dels atletes. El propòsit d'aquest estudi va ser establir una relació entre els canvis en el rendiment esportiu, el tipus de fibra muscular i els enzims implicats en el metabolisme aeròbic i anaeròbic com a conseqüència del descans estival de tres grups de joves esportistes.

## MATERIAL I MÈTODES

### Subjectes

Trenta set joves jugadors de futbol van participar voluntàriament en aquest estudi un cop finalitzada la seva temporada d'entrenament. Tots van ser completament informats dels detalls i de les possibles complicacions associades amb l'expe-

riment. Tant els pares com els instructors, els quals també van ser informats, van donar el seu consentiment per escrit. Els jugadors van ser dividits en tres grups d'acord amb la seva edat (Taula I). Tots van dur a terme, durant la temporada, un entrenament orientat a desenvolupar la força, la resistència i la velocitat. Al final de la temporada, aproximadament 30 mg de teixit muscular del Vastus Lateralis va ser extret amb la tècnica d'agulla.<sup>12</sup> La primera biòpsia de cada noi va ser extreta al juliol, 48 h després d'haver finalitzat l'entrenament i la segona va ser extreta algunes setmanes després segons el temps de descans de què va disposar cada grup (Taula I).

### Descans estival

La distribució del temps de descans va ser diferencial segons el grup de joves (Taula I). Durant aquest temps, els nois no van realitzar cap tipus d'entrenament programat ni van practicar cap esport de manera competitiva.

### Programa d'entrenament

L'entrenament va durar des del mes de setembre fins al juliol de l'any següent i el període de competició es va allargar des de novembre fins a final de la temporada. L'entrenament consistia en exercicis tècnics, tàctics i de preparació física. La preparació física va estar constituïda per una barreja d'exercicis aeròbics i anaeròbics dividits en dues fases. La primera fase va ser dirigida cap a una preparació genèrica i va durar 5 mesos. La segona va durar 6 mesos i va ser pensada per millorar la força, la velocitat i la resistència durant la competició. Els nois entrenaven 4 dies i disputaven un partit per setmana. L'entrenament va ser el mateix per tots els nois (Taula II). El rendiment esportiu al finalitzar la temporada d'entrenament i després del descans estival va ser avaluat per una carrera de 35 metres a màxima velocitat i una cursa Navette.

### Mesures histològiques

Dues peces de teixit muscular es van extraure de cada biòpsia. Una part va ser congelada en nitrogen per mesures

**Taula I** Característiques morfomètriques dels nois abans i després del descans.

Grups d'edats	Nº nois	Descans (setmanes)	Pes (Kg)		Alçada (cm)	
			Abans	Descans	Abans	Descans
14	14	8	56.4 ± 5.0	57.2 ± 5.1*	166.8 ± 5.7	168.8 ± 5.6*
15	16	4	63.4 ± 6.0	64.2 ± 6.0	173.7 ± 6.2	174.5 ± 6.4*
16	7	6	69.6 ± 10.6	69.4 ± 10.5	177.1 ± 7.2	177.4 ± 7.5

Els resultats estan expressats com a mitges ± SD. a \*P<0.05

Taula II

Programa d'entrenament.

Sistema energètic predominant	Tipus d'exercici	Volum de treball*	Intensitat de l'exercici (%)
<b>Sistema anaeròbic</b>			
Potència	Multi-salts	1550 bots	98-100
	Velocitat i explosivitat (20-40 m sprint)	14 km	90-100
	Carreres de 100-150 m	22 km	90-100
Capacitat	Velocitat (60-100 m sprint)	44 km	90
	Carreres de 100-300 m	22 km	80
	Carreres de 100-500 m	14,6 km	80
<b>Sistema aeròbic</b>			
Potència	Intervals de carrera	66 km	180 batecs • min <sup>-1</sup>
	Progressius i regressius	44 km	
Capacitat	Carrera contínua	660 km	
	Fartlek+	132 km	

\* Cantitat total d'exercici realitzat en els 11 mesos d'entrenament

+ Fartlek és una carrera amb canvis de velocitat.

bioquímiques i l'altra en isopentà pre-refredat en nitrogen líquid. D'aquesta es van fer talls per fer tincions histològiques.<sup>13</sup> Micrografies de les tincions van ser usades per obtenir el diàmetre, l'àrea i el percentatge del tipus de fibra. Un mínim de 250 fibres van ser avaluades per cada mostra.

### Mesures bioquímiques

Aproximadament 20 mg de teixit muscular van ser directament refredats en nitrogen líquid i emmagatzemats a -80°C fins a efectuar l'anàlisi. La valoració de les activitats enzimàtiques va ser duta a terme després del període de descans. Per a la valoració de les activitats, 15 mg de múscul van ser homogeneïtzats i les activitats enzimàtiques valorades segons el protocol detallat prèviament per Amigó i cols.<sup>14</sup> Les activitats enzimàtiques valorades d'aquesta manera van ser glicogen sintasa (GS), glicogen fosforilasa (GF), fosfofructoquinasa (PFK), lactat deshidrogenasa (LDH), succinat deshidrogenasa (SDH), aspartat aminotransferasa (ASAT), alanina aminotransferasa (ALAT), creatina quinasa (CK) i citrat sintasa (CS).

### Estadística

Els resultats estan expressats com a mitges aritmètiques ( $\pm$  SD). Per determinar la significància de les diferències entre les dues biòpsies de cada individu (abans i després del descans) es va utilitzar el test t de Student (two-tailed) per dates aparellades. Un test d'ANOVA va ser usat per comparar els resultats abans i després del descans dels tres grups de nois. Les diferències es van considerar significatives a partir de  $P < 0.05$ .

### RESULTATS

Les característiques morfomètriques del nois es van veure modificades durant el període de descans. Els grups de 14 i 15 anys van guanyar pes i alçada, i gairebé en tots el casos les variacions van ser significatives. El grup de 16 anys no va guanyar ni pes ni alçada (Taula I).

### Canvis histològics

Després de l'entrenament, la proporció de fibres de tipus I va ser de 54% i les de tipus II va ser del 46% en el grup de 14 anys, 53% i 47% en el grup de 15 anys i 51% i 49% en el grup de 16 anys, respectivament. No es van observar modificacions en la distribució de les fibres en cap dels tres grups després del descans. El percentatge de fibres de tipus II va ser lleugerament inferior respecte al del tipus I, però això tampoc va canviar amb el descans. El diàmetre de les fibres (Taula III) va disminuir aproximadament un 10% com a conseqüència del descans estival. El diàmetre de les fibres de tipus II també va disminuir significativament.

### Modificacions bioquímiques

Les activitats enzimàtiques després del descans es mostren a la Taula IV. L'activitat CK disminueix en tots els grups, però solament en el de 16 anys de manera significativa ( $P < 0.01$ ). Respecte als enzims reguladors del metabolisme del glicogen, la GS no va variar la seva activitat mentre que la GF va disminuir solament en el grup de 14 anys ( $P = 0.07$ ), que van ser els nois que van descansar durant un període més llarg (8 setmanes). El principal canvi en l'activitat PFK va ser en el grup de nois de 16 anys, que també són els que

**Taula III** Mida de las fibres musculars ( $\mu\text{m}^2 \cdot 10^2$ ).

Grups d'edat	Àrea de fibres tipus I		Àrea de fibres tipus II	
	Abans Descans	Després Descans	Abans Descans	Després Descans
14	56.19 ± 14.62	51.72 ± 12.06	58.21 ± 15.17	54.91 ± 12.71
15	72.47 ± 19.38	63.66 ± 17.31	77.06 ± 20.57	73.89 ± 17.91
16	62.13 ± 8.05	59.36 ± 7.10	70.13 ± 17.52	65.76 ± 8.90

Els resultats estan expressats com a mitges ± SD. a \* $P < 0.05$

van mostrar uns valors més elevats al finalitzar la temporada. El descans en aquest cas va induir un descens significatiu ( $P < 0.01$ ). De manera oposada, es va observar un increment en l'activitat PFK en el grup de nois de 15 anys, que van ser els que van descansar un període de temps més curt (4 setmanes). L'activitat LDH va disminuir, solament de forma significativa, en el grup de 16 anys ( $P < 0.05$ ). En el metabolisme oxidatiu, l'activitat citrat sintasa va disminuir significativament en els grups de 15 ( $P < 0.05$ ) i 16 ( $P < 0.05$ ) anys. Les activitats ASAT van disminuir en tots els grups, però solament en el de 16 anys d'una manera significativa ( $P < 0.01$ ), mentre que l'activitat ALAT no va mostrar variacions amb el descans. Quan es va aplicar l'ANOVA als tres grups, el valor de l'activitat PFK va resultar ser més alta abans del descans en el grup de 16 anys ( $P < 0.01$ ) i més petita després del descans ( $P < 0.05$ ). De manera similar es va observar una activitat LDH més elevada en els nois més grans després de l'entrenament. Abans del descans, l'activitat CS en el grup de 16 anys també va ser significativament més alta ( $P < 0.01$ ) que en els altres grups de la mateixa manera que l'activitat ASAT ( $P < 0.05$ ). Les comparacions després del descans no van donar cap diferència.

### Rendiment esportiu

Les variacions de rendiment esportiu produïdes com a conseqüència del descans van ser analitzades per dos tests (taula V). En cursa de 35 metres solament els nois de 16 anys van mostrar un deteriorament significatiu del seu rendiment ( $P < 0.05$ ). En el cas del test que mesurava la capacitat aeròbica general (cursa Navette), l'empitjorament del rendiment va ser general en tots els grups:

### DISCUSSIÓ

L'objectiu del treball va ser avaluar l'efecte que el descans estival provoca sobre el rendiment i el múscul de joves esportistes. Aquest descans estival és una part inherent de qualsevol programació esportiva i especialment en l'entrenament de joves no professionals. Pocs estudis han aprofundit en les alteracions que aquest període de temps indueix en el múscul.

En qualsevol cas, el fet de treballar amb joves fa ineludible tenir present el procés natural de creixement que fa augmentar la talla i en alguns casos el pes. En aquest treball, els nois de 14 i 15 anys van augmentar la seva alçada i el seu pes, a diferència del nois de 16 anys que no van presentar

**Taula IV** Activitats enzimàtiques (U/g) dels joves esportistes abans i després del descans.

	Grup de 14 anys		Grup de 15 anys		Grup de 16 anys	
	Abans descans	Després descans	Abans descans	Després descans	Abans descans	Després descans
Creatina quinasa	7273 ± 1118	7060 ± 893	7101 ± 994	6785 ± 857	7753 ± 1271	6722 ± 1303**
Glicogen sintasa	2.4 ± 0.6	2.3 ± 0.6	2.2 ± 0.4	2.2 ± 0.5	2.6 ± 0.6	2.2 ± 0.5
Glicogen fosforilasa	63.8 ± 15	55.3 ± 9.9a	60.7 ± 12.7	61.3 ± 17.2	55.8 ± 16.7	54.0 ± 14.8
Fosfofructoquinasa	24.4 ± 10	24.3 ± 9.7	24.7 ± 9.4	29.2 ± 7.3*	38.2 ± 9.0	17.4 ± 4.3**
Lactat deshidrogenasa	373 ± 137	379 ± 116	377 ± 90	350 ± 75	498 ± 132	362 ± 117*
Citrat sintasa	6.3 ± 1.5	5.6 ± 1.6	5.8 ± 1.5	4.4 ± 1.5*	8.8 ± 2.6	5.5 ± 1.4*
Succinat deshidrogenasa	3.2 ± 0.7	3.1 ± 0.6	2.6 ± 0.7	2.6 ± 2.9	2.3 ± 0.5	2.6 ± 0.4
Aspartat aminotransferasa	197 ± 31	186 ± 34	188 ± 32	178 ± 37	240 ± 32	191 ± 37**
Alanina aminotransferasa	25.8 ± 11	23.2 ± 8.8	20.9 ± 7.1	25.3 ± 9.2	27.5 ± 10.4	22.6 ± 7.7

Els resultats estan expressats com a mitges ± SD. a  $P = 0.07$ , \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ .

Taula V

Test de rendiment esportiu.

Grups d'edat	Temps en 35 m (s)		Course Navette+	
	Abans Descans	Després Descans	Abans Descans	Després Descans
14	5.75 ± 0,3	5.76 ± 0.3	10.5 ± 0,6	9.3 ± 0.5**
15	5.41 ± 0.2	5.39 ± 0.2	10.2 ± 0.6	9.7 ± 0.4**
16	5.11 ± 0,1	5.39 ± 0.2*	11.1 ± 0.8	10.0 ± 0.7**

Els valors estan expressats com a mitges ± SD. a\* $P < 0.05$  \* $P < 0.01$   
 + La Course Navette està expressada en paliers

cap canvi. Encara que en tots els casos les diferències van ser significatives, les variacions van ser petites degut a la curta durada del temps de descans.

L'estudi histològic va mostrar que la proporció del tipus de fibra no va variar amb el descans, i aquest fet confirmava el que ja havien descrit abans altres autors.<sup>8,9,15,16</sup> L'efecte del descans es va veure reflectit en un descens significatiu en les àrees de les fibres de tipus I i de tipus II. Els valors de secció transversal d'àrea tan elevats abans dels descans poden ser interpretats com a una bona adaptació a l'entrenament que desapareix durant el descans. Aquest podria ser un factor que provoqués la pèrdua de rendiment després del descans.

Respecte a les activitats enzimàtiques musculars en adolescents s'ha descrit que no hi ha diferències entre aquests valors i els corresponents en adults especialment per enzims involucrats en la glicòlisi.<sup>6,9</sup> Sembla que els enzims glicolítics i els oxidatius es modifiquen segons l'entrenament de la mateixa manera, però en menor extensió que en els adults.<sup>9,11</sup> Cadefau i cols<sup>7</sup> van estudiar les adaptacions enzimàtiques en un entrenament de velocitat en atletes amb edats de 16-17 anys, i també van trobar un increment significatiu a l'activitat dels enzims glicolítics i oxidatius. Encara que desconeixem els valors de les activitats dels nostres esportistes abans d'iniciar la temporada d'entrenament, els valors corresponents a abans del descans mostren valors més alts que els corresponents a nois no entrenats.<sup>7</sup>

Cada activitat enzimàtica valorada presenta variacions particulars, però en cap cas s'ha trobat un augment significatiu d'activitat. Modificacions en l'activitat CK han estat ocasionalment descrites després de l'entrenament,<sup>17</sup> encara que no queda clar que aquesta activitat es modifiqui normalment.<sup>18</sup> El fet que disminueixi en tots els grups amb el descans i de manera significativa en el grup de 16 anys, que tenia valors previs més elevats, podria indicar que l'activitat CK pot ser modificada amb l'entrenament.

La capacitat muscular per a una ràpida mobilització (GF) i reompliment (GS) de les reserves de glicogen no es van veure gaire afectades amb el descans. Aquest fet podria

suggerir que el període de descans no va ser suficientment llarg per influir a l'activitat GS encara que va poder influenciar lleugerament l'activitat GF. L'enzim regulador de la glicolisi, PFK, augmenta com a resposta a diferents programes d'entrenament anaeròbic.<sup>7,11,19</sup> En el nostre estudi, PFK no va canviar durant el temps de descans en els grups de 14 i de 15 anys, però va disminuir significativament en el de 16 anys.

En diverses activitats mesurades (CK, PFK, LDH, CS, ASAT) els valors corresponents als nois de 16 anys abans del descans presenten valors més elevats que en altres grups. Aquests valors més elevats afavoririen tant el metabolisme anaeròbic com l'aeròbic i especialment alts nivells d'activitat transaminasa accelerarien el canvi de glicolisi anaeròbica a aeròbica en exercicis submàxims i facilitarien l'oxidació del lactat.<sup>20</sup> Així tenim que el seu rendiment esportiu en els dos tests va ser millor que els dels grups de 14 i 15 anys. Aquestes diferències podrien indicar que l'entrenament va portar a una millora més extensa en el grup de 16 anys i que l'aturada de l'entrenament podria ser la causant d'un major retrocés dels paràmetres millorats. Per poder justificar aquest comportament diferencial del grup de 16 anys, podríem pensar en una major quantitat d'anys d'entrenament o en una més gran concentració a l'hora d'efectuar l'entrenament degut a un increment en el grau de tensió-responsabilitat a la competició.

Després del descans, el rendiment esportiu va empitjorar. Cap grup va ser capaç de millorar les marques assolides abans del descans, però especialment el grup de 16 anys va mostrar un descens significatiu en els dos tests. Aquesta pèrdua d'eficàcia del grup de 16 anys podria estar relacionada amb els resultats bioquímics. Els grups de nois de 14 i 15 anys solament van mostrar pèrdua de rendiment en el test aeròbic (course Navette).

Com a conclusió, proposem que durant el descans estival hi ha una adaptació muscular de caràcter bioquímico i morfològic que indueix a un pèrdua de rendiment esportiu. Suggerim que curts períodes de descans estival tenen un efecte petit sobre les activitats enzimàtiques i que el metabolisme

glicolític es manté mentre que la potència oxidativa disminueix mostrant-se molt més sensible a l'aturada de l'entrenament. Encara que solament el descans va ser analitzat i no el període d'entrenament, suggerim que els grups de 14 i 15 anys van ser menys influenciats per l'entrenament i, com que el grup de 16 anys va respondre més a l'entrenament,

l'efecte negatiu del descans en el seu múscul també va ser més extens.

#### AGRAÏMENTS

Aquest estudi va ser finançat per la Direcció General de l'Esport (Generalitat de Catalunya), pel Consejo Superior de Deportes (Instituto de Ciencias de la Educación Física) i per la CICYT (SAF92-0327).

#### Bibliografia

- GOLLNICK PD, ARMSTRONG RB, SAUBERT CW, PIEHL K, SALTIN B. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. *J Appl Physiol* 1972; 33:313-319.
- HOUSTON ME, THOMSON JA. The response of endurance adapted adults to intense anaerobic training. *Eur J Appl Physiol* 1977;36:207-213.
- TECHS PA, KARLSSON J. Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athletes. *J Appl Physiol* 1985;59:1716-1720.
- THORSTENSSON A, SJODIN B, KARLSSON J. Enzyme activities and muscle strength after "sprint training" in man. *Acta Physiol Scand* 1975;94:313-318.
- KRAHENBUHL GS, WILLIAMS TJ. Running economy: Changes with age during childhood and adolescence. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:462-466.
- HARALAMBIE G. Enzyme activities in skeletal muscle of 13-15 years old adolescents. *Bull Europ Physiopath Resp* 1982;18:65-74.
- CADEFAU J, CASADEMONT JM, GRAU JM, FERNANDEZ J, BALAGUER A, VERNET M I COLS. Biochemical and histochemical adaptation to sprint training in young athletes. *Acta Physiol Scand* 1990;140:341-351.
- ERIKSSON BO. Physical training, oxygen supply and muscle metabolism in 11-13 year old boys. *Acta Physiol Scand* 1972;suppl.384:1-48.
- ERIKSSON BO, GOLLNICK P, SALTIN B. Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11-13 years old. *Acta Physiol Scand* 1973;87:485-497.
- CUMMING GR, HASTMAN L, MCCORT J, MCCULLOUGH S. High serum lactates do occur in young children after maximal work. *Int J Sports Med* 1980;1: 66-69.
- FOURNIER M, RICCI J, TAYLOR AW, FERGUSON J, MONTPETIT RR, CHAITMAN BR. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:453-456.
- BERGSTRÖM J. Muscle electrolytes in man. *Scand J Clin Lab Invest* 1962;(suppl) 68:1-110.
- DUBOWITZ V. MUSCLE BIOPSY: A practical approach. London, Ballièr Tindall, 1985.
- AMIGÓ N, CADEFAU JA, FERRER I, TARRADOS N, CUSSÓ R. Effect of summer intermission on skeletal muscle of adolescent soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* (en premsa)
- HENRIKSSON J, REITMAN JS. Quantitative measures of enzyme activities in type I and type II muscle fibers of man after training. *Acta Physiol Scand* 1976;97:392-397.
- NAKAMURA T, KUROSAWA H, KAWAHARA H, WATARAI K, MIYASHITA H. Muscle fiber atrophy in the quadriceps in knee-joint disorders. *Arch Orthop Trauma Surg* 1986;105:163-169.
- KARLSSON J, NORDESKO LO, JORFELDT L, SALTIN B. Muscle lactate, ATP and CP levels during exercise after physical training in man. *J Appl Physiol* 1972;33:194-203.
- JACOBS SI, ESBJORNSSON M, SYLVEN C, HOLM I, JANSSON E. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:368-374.
- ROBERTS AD, BILLETER R, HOWALD H. Anaerobic muscle enzyme changes after interval training. *Int J Sports Med* 1982;3:18-21.
- SCHANTZ P. Plasticity of human skeletal muscle with special reference to effect of physical training on enzyme levels of the NADH shuttles and phenotypic expression of low and fast myofibrillar proteins. *Acta Physiol Scand* 1986;128 Supp 558:1-62.