

L'exercici físic aeròbic com a possible causa de lesió renal

RAFAEL PÉREZ REDONDO¹
 JOSÉ ANTONIO DE PAZ FERNÁNDEZ¹
 JESUS BUSTAMANTE BUSTAMANTE²
 JOSÉ GERARDO VILLA VICENTE¹

¹ I.N.E.F. de Castilla i Lleó (Lleó)
² H.C.U. Servei de Nefrologia
 (Valladolid)

CORRESPONDÈNCIA:

Rafael Pérez Redondo
 I.N.E.F. de Castilla y León
 Campus de Vegazana s/n
 24071 - Lleó
 Fax. 223812

RESUM. Per tal de comprovar si l'activitat física aeròbica afecta el ronyó i en quin sentit, sotmetem un grup de persones homogeni des del punt de vista de l'edat i de les dades antropomètriques, a un exercici físic controlat d'intensitat submàxima. Durant la prova cada individu ha de pedalejar en un cicloergòmetre a una intensitat igual al 65% del seu VO₂màx. Abans i després de la prova se'ls prenen mostres d'orina per analitzar-hi: B-2-M, N.A.G., proteïnes i sediment urinari, així com també la presència o no d'hematúria.

Els resultats obtinguts ens indiquen que hi ha diferències significatives en les proteïnes, B-2-M i la N.A.G., en comparar els valors obtinguts en repòs amb els que s'observen després de l'exercici, essent aquests últims sempre més elevats. Els autors consultats coincideixen en general amb els nostres resultats, motiu pel qual podem afirmar que després d'una activitat física d'intensitat submàxima poden haver alteracions renals d'origen tubular, que acostumen a desaparèixer al cap de pocs dies sense deixar seqüeles.

PARAULES CLAU: Activitat física, ronyó, proteinúria, enzimúria, hematúria.

SUMMARY. To see if the physical aerobic activity affects the kidney and in which way, we subject a homogeneous group of people of same age and anthropometric data to a controlled physical exercise of submaximum intensity. During the activity each person must pedal in a bicycle ergometer at an intensity of 65% of his maximum VO₂. Before and after activity a sample of urine will be taken to analyse B-2-M, N.A.G., protein and urinary sediment and also the presence of haematuria.

The results show that there are important differences in the proteins, B-2-M and N.A.G. when comparing the obtained values in complete rest and those after the activity, being the later higher. The consulted writers agree in general with our results, therefore we can state that after an activity of submaximum intensity there can be some renal changes of tubular origin, which can disappear some days after without leaving any consequences.

KEY WORDS: Physical activity, kidney, proteinuria, enzymuria, haematuria.

INTRODUCCIÓ

El ronyó és un òrgan vital amb dues funcions: una uropoiètica amb una doble missió homeostàtica i depuradora i una altra endocrinometabòlica amb una participació important com òrgan de secreció interna que modula processos generals.

La funció uropoiètica es realitza a partir del procés fonamental de la filtració glomerular i la reabsorció-secreció tubular selectiva, la qual cosa dóna com a resultat final la formació d'orina definitiva. Per tant, la principal funció fisiològica del ronyó seria la regulació de la secreció de substàncies inorgàniques, essent l'aldosterona el controlador més important de l'absorció d'aquests soluts.¹⁰ La formació de l'orina s'inicia amb l'obtenció en els glomèruls d'un ultrafiltrat procedent del plasma; aquest mecanisme depèn bàsicament de les característiques anatòmiques del glomèrul i de les forces hemodinàmiques imposades per la resultant de les pressions oncòtiques i hidràuliques en el capil·lar glomerular.

Hi ha una gran varietat de substàncies vasoactives que poden modificar l'hemodinàmica renal; entre les substàncies vasoconstrictores que afecten l'hemodinàmica glomerular hi ha l'angiotensina II, la noradrenalina, la vasopresina, el factor activador de plaquetes, el tromboxano, l'endotelina i l'adenosina;¹ com a substàncies vasodilatadores tenim fonamentalment les prostaglandines PGE₂ i PGI₂), l'acetilcolina, la bradicinina i la histamina.

L'aigua, en el túbul renal, és transferida secundàriament al transport de soluts per mecanismes físicoquímics, sense que hi hagi cap mecanisme actiu de transport.¹² En els segments distals on hi ha marcats gradients de pressió osmòtica suficients per moure l'aigua, el transport d'aigua és modulad essencialment per la permeabilitat de l'epiteli a l'aigua, propietat que, al seu torn, pot ser modulable per l'hormona antidiurètica.

Aquests mecanismes reguladors determinaran el flux sanguini renal i la velocitat de filtració glomerular. Per altra banda, la filtració glomerular es pot quantificar a través de l'aclariment plasmàtic de substàncies que només siguin filtrades, no reabsorbides ni secretades, pels túbuls renals.

Finalment, se sap que la funció renal, a part de patir les conseqüències de trastorns de tipus orgànic, està molt influenciada per factors com ara l'edat, la dieta, la postura o el tipus d'activitat física, que poden alterar la permeabilitat del capil·lar glomerular; d'aquesta manera, la presència en orina de substàncies d'elevat pes molecular com ara les proteïnes plasmàtiques i/o enzims així com hematúries macro o microscòpiques, poden constituir un senyal important de dany renal.¹⁸

Amb la finalitat de veure els efectes que l'exercici físic aeròbic té sobre el ronyó, se sotmet un grup de persones, homogeni des del punt de vista de l'edat i de les dades antropomètriques, a una prova física controlada d'intensitat submàxima.

MATERIAL I MÈTODE

El grup és format per setze persones d'ambdós sexes, sanes i en bona condició física, que no segueixen cap pla de condicionament físic concret. Cap dels subjectes és fumador o bevedor habitual i tots han estat sense prendre cap mena de medicament els 15 dies anteriors a prova. Els subjectes de sexe femení es trobaven en el moment de fer les proves entre els dies 10 i 20 després d'haver començat el període menstrual.

El protocol utilitzat es desenvolupa en dues fases: en la primera fase cada persona anava al laboratori entre les 8 i les 9 del matí i després de ser informat amb detall de la prova a la que se'l sotmetria, de donar el seu consentiment i romandre mitja hora en repòs, se li fa una història clínica que inclou: antecedents personals i familiars incidint en aquelles malalties que podrien tenir una influència sobre el ronyó (diabetis i hipertensió arterial), hàbits de vida i una exploració general amb presa de la tensió arterial, ECG basal i mesuraments antropomètrics. Aquesta fase acaba amb una prova d'esforç realitzada sobre un cicloergòmetre de fre electromagnètic i mantinguda fins a l'esgotament, amb un protocol triangular continu i anàlisi de gasos espirats.

La segona fase tenia lloc entre les 48 hores i una setmana després de la primera; els subjectes anaven al mateix laboratori després de romandre sense ingerir cap aliment sòlid o líquid les 12 hores anteriors, i realitzaven una prova ergomètrica en el mateix cicloergòmetre. La prova consistia en fer primer un escalfament i després pedalejar amb un protocol rectangular continu i a una intensitat corresponent al 65% del VO₂ màx. de la primera prova de cada subjecte, mantenint l'esforç un mínim de 30 min i un màxim de 45 min. Abans i després de l'esmentada prova s'obtenien mostres d'orina per micció voluntària i era obligada la ingestió d'aigua, 200 ml/m² de superfície corporal, després de la prova per tal d'afavorir la diuresi i reemplaçar part de l'aigua perduda.

Per tal de veure si es produeixen canvis o alteracions en el ronyó com a conseqüència de l'exercici físic, s'empra una metodologia no invasiva; per això només s'utilitzen mostres d'orina, en les que s'analitzaven el paràmetres següents: Beta-2-microglobulina (B-2-M), N-acetil-D-glucosaminidasa (N.A.G.) i sediment urinari; a més, amb tires reactives es

quantifiquen les proteïnes i es valora la presència o no d'hematies.

La B-2-M és una proteïna circulant amb un pes molecular de 11800 daltons i fou descoberta per primera vegada en l'orina de pacients amb proteïnúria d'origen tubular per Berggard² en 1968. És un component de l'antigen d'histocompatibilitat HLA i es troba a la superfície de la major part de les cèl·lules nucleades; passa a través del filtre glomerular, es reabsorbeix en un 99,9% i es degrada en el túbul proximal. Concentracions elevades de B-2-M a l'orina poden ser el resultat d'una disfunció tubular proximal i aquest fet està acceptat com a bon índex de proteïnúria d'origen tubular des de fa temps.¹⁵ En la seva determinació utilitzem un mètode immunoradiomètric (Coat-A-Count Beta-2-microglobulin IRMA) per mesurar quantitativament la B-2-M a l'orina.

La N.A.G. es troba a les cèl·lules del túbul proximal com un enzim hidrolític localitzat fonamentalment en la fracció lisosomal, amb un pes molecular entre 130000 i 140000 daltons; no es filtra a causa del seu elevat tamany molecular i, per tant, l'aparició en l'orina pot traduir l'existència d'una lesió tubular proximal o, més exactament, una pèrdua de la integritat lisosomal. La presència d'una enzimúria (N.A.G. a l'orina) unida a altres alteracions urinàries (proteïnúria, albuminúria, etc.) reforça la sospita que pugui existir una veritable malaltia renal.¹¹ Per determinar la N.A.G. utilitzem un mètode colorimètric (espectrofotometria) utilitzant un volum de mostra de 3,05 ml. La sal sòdica 3-creosolsulfontaleinil- -N-acetil-Beta-D-Glucosaminida és hidrolitzada per N-acetil-Beta- -D-glucosaminidasa (N.A.G.) amb el resultat de la sal sòdica 3-cresolsulfontaleïna (3-cresol morat), el qual es mesura fotomètricament a una llargada d'ona de 580 nanòmetres.

En les determinacions amb tires reactives s'utilitzen les tires reactives múltiples AMES. Per tal que els resultats siguin fiables, s'han de seguir escrupolosament els passos següents:

1. Utilitzar orina fresca recollida en un recipient estèril.
2. Treure només una tira del pot i utilitzar-la immediatament.
3. Sense tocar l'àrea reactiva amb els dits, submergir la tira breument en la mostra i treure-la ràpidament.
4. Escórrer l'excés d'orina amb el cantell del recipient i mantenir la tira en posició horitzontal.
5. Comparar visualment els colors de la tira amb la taula de colors que acompanya l'envàs contenidor de les tires reactives, mantenint-los a prop.

Els colors que apareixen un cop transcorreguts dos minuts no tenen significat. Els temps de lectura visual dels paràmetres analitzats són: sang 60 seg i proteïnes 60 seg, respecte als quals s'ha de fer una valoració semiquantitativa.

Per al càlcul de la composició corporal, se segueix el mètode desenvolupat per Faulkner⁸ (1968) i assumit pel Grup Espanyol de Cineantropometria (GREC).

Per calcular el percentatge de greix, s'utilitza l'equació de Yuhasz²⁸ (1962) modificada per Faulkner⁸ (1968); el pes ossi es calcula a partir de la fórmula de Von Döbel²⁶ (1964) modificada per Rocha²³ (1975); el càlcul del pes muscular ve donat per la fórmula de Matiegka¹⁶ (1921) i finalment la superfície corporal es calcula per la fórmula de Dubois⁶ (1916).

Els aparells utilitzats en les determinacions cineantropomètriques i ergomètriques són els següents:

- Balança Secam amb una precisió de 100 gr.
- Tallímetre Holtain amb una precisió d'1 mm.
- Paquímetre Holtain amb una precisió de 0,1 mm.
- Plicòmetre Holtain amb una pressió constant de 10 gr/mm², en qualsevol posició d'obertura i una precisió de 0,2 mm.
- Cinta mètrica Holtain de 2 metres i una precisió d'1 mm.
- Cicloergòmetre de fre electromagnètic Ergobexen, amb una potència de frenada entre 25 i 500 wats.
- Ergoespiròmetre amb analitzador de gasos respiració a respiració Medical Graphics System CPX-MAS, que consta dels elements següents:
 - Pneumotacògraf Hans Rudolph n1 38.
 - Mascareta respiratòria valvular Hans Rudolph de 2 vies, model 2700.
 - Analitzador d'oxigen mitjançant sensor d'alta temperatura d'òxid de zirconi, amb un rang de 0-100%, un temps de resposta de 0 a 90% de menys de 80 mseg i una precisió de 10%.
 - Analitzador de CO₂ mitjançant absorció d'infrarojos, amb un rang de 0-10%, un temps de resposta de menys de 130 mseg i una precisió d'1%.
- Ordinador Acer 486 sx 25Mhz – programari Medical Graphics versió 2.1.
- Impressora Epson EX-800.
- Estació meteorològica.
- Xeringa de precisió per a la calibració del pneumotacògraf de 0 a 5 litres Hans Rudolph model 5530.
- Bombones de mescla de gasos: 6% CO₂, 12% O₂ i 82% N₂ per a la calibració d'analitzadors d'O₂ i CO₂.

- Electrocardiògraf de 6 canals Shiller, model AT-6 (M).
- Monitor de vídeo electrocardiogràfic Shiller AG, tipus VI Zenith.
- Esfigmomanòmetre de columna de mercuri Riester, model Nova
- Fonendoscopi Littman, model 2201 adult 71 cm.

L'estudi estadístic dels resultats s'ha realitzat mitjançant el programa RSIGMA i estadístic per a Windows, en un ordinador compatible IBM P 133 dotat d'un disc dur d'1 gigabyte i 16 megabyte de memòria RAM.

Es van calcular tots els paràmetres estadístics i es van triar la mitjana i la desviació estàndard dels resultats. La significació estadística es va determinar mitjançant l'estudi d'homogeneïtats d'un conjunt de mostres per tal de comprovar si les diferències superen o no a l'atribuïble a l'atzar aplicant diferents anàlisis que expliquem tot seguit:

- Significació estadística de les dades preexercici-postexercici en el grup experimental, mitjançant comparació de mitjanes de mostres aparellades aplicant la *t* d'STUDENT de contrast.
- Les anàlisis de regressió mitjançant el mètode dels mínims quadrats.

El tractament gràfic es va realitzar mitjançant el programa Cricket Graph en un ordinador Macintosh LC Apple, de 4 Megabytes de memòria RAM.

RESULTATS

Les mitjanes i desviacions estàndard dels valors relatius a l'edat, pes, talla, superfície corporal i distribució percentual respecte de la massa corporal total dels compartiments gràs, muscular i ossi del grup experimental es recullen en la Taula I. A la vista dels resultats, es pot comprovar la homogeneïtat del grup.

Els valors mitjans de les variables ergomètriques fonamentals reflectits en la Taula II confirmen el fet que les persones que han participat en l'estudi tenen una bona condició física.

En comparar les dades analítiques obtingudes en l'orina recollida en repòs, amb les que apareixen en l'orina de després de l'exercici, s'observa que apareixen diferències estadísticament significatives en les proteïnes B-2-M i N.A.G. (Gràfics I, II i III), essent els valors postexercici més elevats que els observats en repòs (Taula III).

Taula I

Paràmetres antropomètrics. V.M. (valors mitjans); \pm D.E. (desviació estàndard)

Paràmetres	V.M.	\pm D.E.
Edat (anys)	21,6	2,1
Talla (cm)	171,2	10,3
Pes (Kg)	70	9,3
Superfície (m) ²	1,8	0,2
Greix (%)	12,1	1,9
Múscul (%)	49,4	2,8
Os (%)	14,6	2,7

Taula II

Paràmetres ergomètrics màxims. V.M. (valors mitjans); \pm D.E. (Desviació estàndard). FR: freqüència cardíaca; VT: volum corrent; RR: freqüència respiratòria; VE: volum espiratori; VO₂: consum d'oxigen; VCO₂: volum de CO₂ espirat; AT: llinar anaeròbic i W: potència desenvolupada.

Paràmetres	V.M.	\pm D.E.
FR (bat/min)	179,3	9,5
VT (ml)	2824,6	620,6
RR (res/min)	45,1	8,5
VE (L/min)	127,6	37,7
VO ₂ (ml/kg/min)	53,6	9,1
VCO ₂ (ml/min)	4879,1	307,2
AT (ml/Kg/min)	41,8	8,1
W (vats)	231,6	51,6

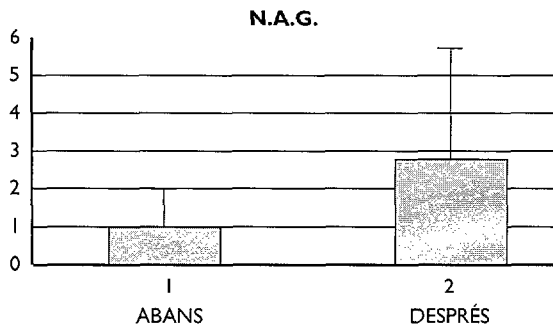
Taula III

Comparació de paràmetres urinaris, abans i després de la prova submàxima. Valors mitjans \pm Desviació estàndard i significació estadística (***) $p \leq 0,001$; *) $p \leq 0,05$ de les diferències.

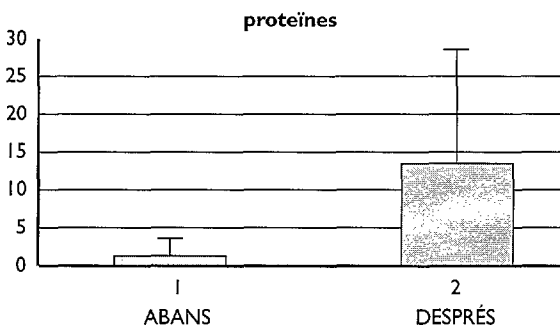
Paràmetres	Abans	Després	
Proteïnes	1,25 \pm 2,23	13,43 \pm 13,38	***
B-2-M (mcg/l)	84,27 \pm 45,21	134,76 \pm 59,8	*
NAG (U/g creatinina)	1,08 \pm 0,87	2,65 \pm 2,83	

En el sediment urinari després de l'exercici apareixen dos casos amb presència d'hematies (tres hematies per camp i dos hematies per camp respectivament) i amb tires reactives tres casos d'hemoglobinúria (equivalent a 5-20 cèl·lules/mi-

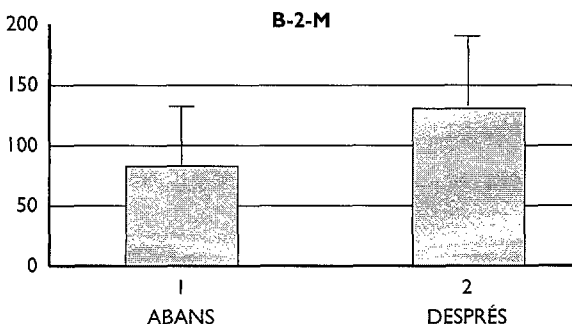
Gràfic I Valors mitjans de N.A.G. obtinguts en orina abans i després de la prova submàxima.



Gràfic II Valors mitjans de les proteïnes urinàries de la mostra, obtinguts abans i després de la prova submàxima.



Gràfic III Valors mitjans de B-2-M que apareixen en l'orina del grup experimental abans i després de la prova submàxima.



crolitre) en l'orina postexercici, i no apareix cap altra alteració digna de menció llevat de freqüents leucocitúries, però sempre per sota de 5 leucòcits per camp.

DISCUSSIÓ I CONCLUSIONS

L'hemoglobiúria postexercici es normalitza 48 hores després d'haver finalitzat l'activitat física que, d'acord amb altres autors com ara Jones i Newhouse¹³ (1997), Temocin i col.²⁵ (1996) i Fishbane⁹ (1995), ens porta a considerar les esmentades microhematúries com a una conseqüència directa i benigna de l'exercici. No obstant això, cal tenir en compte la limitació de la sensibilitat de la prova amb tires reactivives sobretot a la presència d'eritròcits intactes. Així mateix, el sediment urinari torna a la seva situació normal uns dies més tard, la qual cosa coincideix amb la majoria dels autors consultats com ara Perez-Ruiz i col.¹⁷ (1993) o Cianflocco⁵ (1992).

Des de l'antiguitat se sap que l'exercici físic intens provoca un augment en l'excreció de proteïnes urinàries i que la seva permanència en l'orina més de 48 hores pot tenir significació clínica sobretot si s'associa a una enzimiúria o a un augment de B-2-M en l'orina (Hofmann i Guder, 1989).¹¹ La membrana cel·lular és molt selectiva al pas de macromolècules, tal com ja van demostrar Chang i col.³ en 1975; segons aquests autors, no hi ha restricció per a les molècules d'un radi menor de 21 angströms, mentre que per a molècules més grans l'aclariment disminueix progressivament amb l'augment del radi molecular, essent gairebé de zero per a les molècules més grans de 44 angströms. Autors com ara Poortmans i Vanderstraten¹⁹ (1994), Estivi i col.⁷ (1992), Sato i col.²⁴ (1994) i Chen⁴ (1990) entre d'altres coincideixen en que la proteïnúria postexercici és una entitat freqüent, d'escassa importància i durada transitòria; també sembla que hi ha un acord quasi unànim en què l'albumina és el principal component de la proteïnúria, per sobre de les globulines, hemoglobines o mucoproteïnes.

Tot i que l'origen de la proteïnúria postexercici no és molt conegut, quan aquesta apareix junt amb un augment de la B-2-M i/o una enzimiúria (N.A.G. en l'orina) com en el nostre cas, pot parlar-se d'una proteïnúria tubular proximal causada per l'activitat física. Autors com ara Poortmans i col.²¹ (1996), troben augments després de l'exercici en la B-2-M i en l'albumina relacionats directament amb la intensitat de l'exercici; aquest mateix autor, en un treball posterior Poortmans i col. 1997⁽²²⁾, corrobora l'existència de lesió tubular causada per un augment de la B-2-M i el N.A.G. després de diverses curses de migfons i fons relacionat directament amb la intensitat i la durada d'aquestes. Poortmans i col.²⁰ (1996) troben també canvis en la B-2-M en l'orina relacionats directament amb l'edat en nens i adolescents, i d'aquí arriben a la conclusió que l'efecte de l'exercici sobre la permeabilitat del glomèrul augmenta amb l'edat, de forma que apareixen quantitats més grans de proteïnes en l'orina

postexercici a mesura que l'edat augmenta des dels 9 als 18 anys. Ying²⁷ (1991) arriba a la mateixa conclusió que els autors anteriors després de descobrir augments significatius de N.A.G. i B-2-M després de l'exercici en joves universitaris practicants de diversos esports. Finalment Lou i Hua¹⁴ (1995) aconseguen els mateixos resultats en l'orina de rates que han estat sotmeses al transport de diversos pesos i fer-les nedar fins a l'esgotament.

A la vista dels nostres resultats confirmats per la totalitat dels autors consultats, podem concloure dient que una activitat física d'intensitat submàxima pot alterar l'excreció urinària de proteïnes fins al punt d'originar una alteració tubular proximal. Aquestes alteracions són directament proporcionals a la intensitat de l'exercici i normalment són lleus i de caràcter transitori.

Bibliografia

- BADR K.F., DE BOER D.K., TAKAHASHI K., HARRIS R.C., FOGO A., JACOBSON H.R.: "Glomerular responses to platelet-activating factor in the rat: role of thromboxane A2". *American Journal of Physiology*, 1989; 256:35.
- BERGGARD I.: "Plasma proteins in normal urine. Proteins in normal and pathological urine". Kager, Basel: Ed. by Y. Manuel, J.P. Revillard and H. Betuel, 1968; pp. 7.
- CHANG R.L., DEEN W.M., ROBERTSON C.R., BRENNER B.M.: "Permeability of the glomerular capillary wall. II. Restricted transport of polyanions". *Kidney International*, 1975; 8:212.
- CHEN J.: "The dependence of post-exercise proteinuria and its type on exercise intensity". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1990; 9(4):198-203.
- CIANFLOCCO A.J.: "Renal complications of exercise". *Clinics in Sports Medicine*, 1992; 11(2), 437-451.
- DU BOIS.: "Normogram for estimation of body surface". *Archives International of Medicine*, 1916; 17.
- ESTIVI P., URBINO R., TETTA C., PAGANO G., CAVALLO-PERIN P.; "Urinary protein excretion induced by exercise: effect of a mountain agonistic footrace in healthy subjects. Renal function and mountain footrace". *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1992; 32(2), 196-200.
- FAULKNER J. A.: "Physiology of swimming and diving". In: Exercise Physiology. Falls H., Baltimore: Ed. Academic Press, 1968.
- FISHBANE S.: "Exercise-induced renal and electrolyte changes". *Physician and Sportsmedicine*, 1995; 23(8), 39-40; 42-46.
- GALBO, H.: *Endocrine factors in endurance*. Oxford: Shephard, R.J. and Astrand, P.O. (eds.), Endurance in Sport, 1992; pp 116-126.
- HOFMANN W., GUDER W.G.: "A diagnostic program for quantitative analysis of proteinuria". *Journal of Clinical Chemistry Biochemistry*, 1989; 27:589.
- HOUSE C.R.: "Water transport in cells and tissues". London, Arnold, 1974; pp 213.
- JONES G.R., NEWHOUSE: "Sport-related hematuria: a review". *Clinical Journal of Sport Medicine*, 1997; 7(2), 119-125.
- LOU Z., HUA M.: "The experimental studies on the dynamic changes of urinary gamma-GT and NAG excretion rate after repeated weight carrying swimming in rats". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1995; 14(2), 73-76.
- MAACK T. M.: "Renal handling of low molecular weight proteins". *American Journal of Medicine*, 1975; 58:57-64.
- MATIEGKA J.: "The testing of physical efficiency". *American Journal of Physiology*, 1921; 4:223-30.
- PEREZ-RUIZ M., LOPEZ-CHICHARRO J., LEGIDO-ARCE J.C., HUERTAS M., BANDRES F.: "Alteraciones urinarias en corredores de larga distancia: ¿origen mixto glomérulo-tubular?". *Archivos de Medicina del Deporte*, 1993; 10(40), 421-426.

18. PETRIE J. J., CLELAND J. F., MACLEAN P. R., ROBSON J. S.: "Glomerular permeability during proteinuria induced by plasma infusion". *Clinical Science*, 1970; 39:383
19. POORTMANS J.R., VANDERSTRATEN J.: "Kidney function during exercise in healthy and diseased humans: un update". *Sports Medicine*, 1994; 18(6), 419-437.
20. POORTMANS J.R., GEUDVERT C., SCHOROKOFF K., DE PLAEN P.: "Postexercise proteinuria in childhood and adolescence". *International Journal of Sports Medicine*, 1996; 17(6), 448-451.
21. POORTMANS J.R., MATHIEU N., DE PLAEN P.: "Influence of running different distances on renal glomerular and tubular impairment in humans". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1996; 72(5/6), 522-527.
22. POORTMANS J.R., BLOMMAERT E., BAPTISTA M., DE BROE M.E., NOUWEN E.J.: "Evidence of differential renal dysfunctions during exercise in men". *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1997; 76(1), 88-91.
23. ROCHA M. S. L.: "Pesso oseo do brasileiro do ambos sexos de 17 a 25 anos". *Arquivos de Anatomia e Antropologia*, 1975; 1:445-451.
24. SATO T., SUGIMOTTO H., YAN W.X., ENDO K., YAMAMOTO M.: "Alkaline phosphatase isozymes of serum and urine and urinary protein in young men before and after running 3 Km". *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 1994; 69(4), 355-360.
25. TEMOCIN S., DORAN S., DORAN F., OZCUMER H.: "Exercise and hematuria (a case report)". *Journal of Sports Medicine*, 1996; 31(1), 35-38.
26. VON DÖBEL W.: "Determination of body constituents". In: Occurrences, causes and prevention of overnutrition. Upsala, Almqvist and Wiksell: G. Blix (ed.), 1964.
27. YING Z.: "The influence of different forms of exercise on urinary N.A.G. enzyme and other urinary protein excretion rate". *Chinese Journal of Sports Medicine*, 1991; 10(1):11-15.
28. YUHASZ M. S.: "The effects of sports training on body fat in man with prediction of optimal body weight". Unpublished Doctoral Thesis. Urbana, University of Illinois, 1962.

