

Variacions del sodi i el potassi plasmàtics durant l'exercici físic: factors associats

Joao Carlos Marins

*Professor Universidade Federal de Viçosa-MG-Brasil
Alumne del Curs de Doctorat de Bases Fisiològiques
de la Nutrició, Universitat de Múrcia*

Estélio Henrique Dantas

Professor Universidade Castelo Branco-RJ-Brasil

Salvador Zamora Navarro

Catedràtic de la Universitat de Múrcia

Paraules clau

sodi, potassi, hidratació

Abstract

The presence of sodium and potassium in their appropriate concentrations within the body represents a key point in the maintenance of the osmotic balance in the organism. During exercise, the production of important amounts of sweat, together with the variety in nutritional intake, can lead to antagonistic responses with regard to serum levels of these two ions. The aim of this articles to establish serum variations in these two electrolytes during exercise, as well as their consume by sportsmen and woman, especially in the form of hydroelectrolithic drinks.

Resum

Una adequada concentració de sodi i potassi en el medi intern, representa un punt clau per a una adequada resposta de l'equilibri osmòtic en l'organisme. Durant l'exercici físic, la producció de grans quantitats de suor, juntament amb la varietat d'ingesta nutricional poden, de forma combinada, promoure respostes antagòniques respecte a la concentració plasmàtica d'aquests ions. Aquest article pretén establir les variacions plasmàtiques d'aquests dos electròlits, durant l'exercici físic, així com el seu consum per part dels esportistes, especialment en forma de begudes hidroelectrolítiques.

Introducció

Durant la realització d'un exercici de llarga durada, es produeix una certa quantitat de suor, principalment si es fa en ambients calorosos i amb gran humitat, cosa que, conseqüentment, ocasiona una reducció en el contingut d'aigua corporal i desestabilitza l'equilibri hidroelectrolític existent. La ruptura d'aquesta homeòstasi podrà interferir, segons un conjunt de factors, en els valors dels electròlits sodi i potassi. En aquest article es tractarà de les possibles alteracions en aquests electròlits, ja que són fonamentals en el control hidroelectrolític corporal.

Sodi

Les alteracions en l'homeòstasi del sodi poden variar d'acord amb la situació de l'exercici i del procediment dietètic, de manera que poden conduir a respostes completament diferents de les normals. És a dir, és possible obtenir quadres d'hiponatrèmia o hipernatrèmia en un esportista, però també és possible que no es produeixin canvis significatius.

Pardo i Vázquez (1995) proposen com a rang de normalitat per al sodi plasmàtic valors compresos entre 135-145 mmol/l. D'altra banda, el sodi present a la suor té com a rang de normalitat 35,2-81 mmol/l segons Shirreffs i Maugham (1997). Tanmateix, hi ha registres d'entre 10-146 mmol/l, segons una revisió sobre el tema publicada per Verde et al. (1982).

Hipernatrèmia durant l'activitat física

Es considera que existeix hipernatrèmia quan els valors de sodi són superiors a 145 mmol/l, tenint en compte que els valors propers a 148 mmol/l són d'alt risc per a la vida (Vea i Rabasa, 1995).

Molts tècnics i esportistes, pel fet de no tenir informació adequada sobre el tema hidratació, creien que no calia hidratar-se durant l'activitat, però aprovaven el consum de pastilles de sal. Aquesta mena d'actitud va ser molt popular en l'àmbit esportiu durant molts anys, de manera que els problemes d'hipernatrèmia van sovintejar i, dissortadament, van provocar algunes morts (Cipolla *et al.*, 1995).

Aquest procediment de no consumir aigua, però sí pastilles de sal, proporciona fisiològicament una ruptura molt ràpida i aguda de l'equilibri osmòtic. Amb una més gran concentració de sodi en el medi extracel·lular, la resposta de l'organisme per intentar restaurar l'equilibri, serà desplaçar aigua des del medi intracel·lular. Villegas (1999) relata que el consum de pastilles de sal també es troba associat a molèsties gàstriques com ara nàusees o vòmits, cosa que perjudica la capacitat de l'esportista en l'entrenament.

Actualment, els casos d'hipernatrèmia en Medicina Esportiva no són freqüents, perquè la gran majoria dels esportistes s'hidraten en més o menys mesura i no tenen el costum d'ingerir pastilles de sal.

La tendència a l'augment en els nivells de sodi plasmàtic va ser demostrada per González-Alonso *et al.* (1992) en trobar una diferència significativa de concentració d'aquest electròlit després de 90 minuts d'exercici continu sense hidratació. En acompanyar un grup de corredors de marató durant una competició, Mateo *et al.* (1993) van descriure una tendència similar, de manera que els índexs de Na^+ abans de la prova eren de $145,4 \pm 1,2$ mmol/l mentre que al final eren de $151 \pm 2,3$ mmol/l. Marins (1997), en comparar dos procediments d'hidratació (aigua vs. solució carbohidratada més electròlits) durant 2 hores de ciclisme, va obtenir un lleuger augment d'aquest electròlit en tots dos casos, sense

arribar a valors que suggerissin hipernatrèmia. Finalment, Zamora *et al.* (1992) van presentar els resultats del sodi sanguini mesurat abans d'una prova de marató, on van trobar valors de 139 mmol/l i, en acabar, de 145 mmol/l.

És important destacar que en una situació de no ingestió, o ingestió inadequada de líquids, és possible que en alguns esportistes es produeixi una elevació del sodi plasmàtic i es podrà arribar a una situació d'hipernatrèmia (Gisolfi, 1994).

Vea i Rabasa, (1995) descriuen algunes característiques d'un quadre d'hipernatrèmia, que inclou set, irritabilitat, hipertonicitat muscular, convulsions i coma. Els mateixos autors destaquen que en una situació d'hipernatrèmia hi ha perill real per a les cèl·lules cerebrals, perquè se'n produeix la deshidratació i, en conseqüència, poden ocasionar-se problemes neurològics aguts.

Les dades disponibles en la literatura respecte a la conducta del sodi durant una competició de llarga durada en esportistes d'elit, indiquen majoritàriament que el nivell de sodi es manté en el rang de normalitat (Stromme *et al.*, 1976; Deuster *et al.*, 1992; Millard-Stafford, *et al.*, 1992; Pastene *et al.*, 1995). Tanmateix, segons Hiller *et al.* (1985) i Armstrong *et al.* (1993) i Gastmann *et al.* (1998) es produeix una tendència a la hiponatrèmia.

És important destacar que encara existeix una gran falta d'informació sobre els procediments correctes d'hidratació entre molts entrenadors i esportistes, i que a causa d'això poden cometre errors de tanta magnitud que suposin un risc per a la vida.

Hiponatrèmia durant l'activitat física

Es considera que existeix hiponatrèmia quan els valors de sodi són inferiors a 135 mmol/l; els valors propers a 130 mmol/l suposen un alt risc i poden donar lloc a una urgència mèdica (Murray, 1998).

La hiponatrèmia durant els exercicis de llarga durada no és freqüent, ja que durant l'activitat, la pèrdua d'aigua per la producció

de suor estimula les hormones adiuretina (vasopressina) i renina, que paral·lelament actuen sobre la funció renal, fent disminuir el volum urinari i la pèrdua de sal, i estalviant així Na^+ per intentar mantenir els valors plasmàtics dintre de la normalitat (Criswell *et al.*, 1992; Walsh *et al.*, 1994). L'acció d'aquestes hormones pot restringir fins a tal punt la pèrdua de Na^+ que això explicaria el fet que alguns esportistes amb pèrdues hídriques elevades mantinguin els seus nivells de sodi dintre de la normalitat (Maughan *et al.*, 1996).

Tanmateix, en condicions especials d'entrenament o de competicions, és possible desenvolupar un quadre d'hiponatrèmia. Un primer supòsit seria quan es produeix una gran pèrdua de suor, al voltant d'1,5 litres per hora (ACSM, 1996), bé sigui de manera aguda, en un sol dia, o bé de manera crònica, si la pèrdua es produeix al llarg de molts dies i de forma contínua, per exemple en competicions del tipus "Tour de France" o "Vuelta a España" que, a més a més, sovint es realitzen a molt altes temperatures i sense que els esportistes tinguin temps per recuperar-se i recobrar les pèrdues.

Villegas *et al.* (1995) comenten, respecte a les conclusions d'Hiller, que durant proves de menys de 4 hores de durada difícilment es produiran quadres d'hiponatrèmia. Tanmateix, en competicions de 8 hores és molt probable que n'apareguin. Frizzel *et al.* (1986) relaten el cas de dos maratonians que després de córrer 100 i 80 km, i havent ingerit aproximadament 20 litres el primer (120 ml de solució amb glucosa i electròlits més 120 ml de cola per estació) i 24 litres el segon (120 ml d'aigua i 120 ml d'una solució de glucosa i electròlits) van presentar valors de sodi plasmàtic de 128 i 118 mmol/l respectivament, dada, aquesta darrera, que sorprèn extraordinàriament.

Hiller *et al.* (1987) corroboren aquesta idea en identificar una incidència de casos d'hiponatrèmia del 27 % en els participants de "Hawaii Ironman Triathlon" de 1984, que van haver de ser atesos per l'equip mèdic de la competició. En l'estudi de Nelson *et al.* (1986) es van identificar concen-

tracions sèriques de 112 mmol/l en competidors d'ultramarató.

Noakes *et al.* (1990) van trobar que alguns esportistes de proves d'ultraresistència presentaven quadres d'hiponatrèmia a nivells molt baixos, entre 117 mmol/l i 128 mmol/l. Finalment, Gastmann *et al.* (1998), en controlar un conjunt d'elements plasmàtics, en 9 esportistes, en una prova d'ultra-triatló (7,5 km de natació; 360 km de ciclisme; 85 km de cursa), van trobar diversos quadres d'hiponatrèmia al final de la prova, amb valors mitjans de $133 \pm 3,6$ mmol/l en comparació amb els valors d'inici $138 \pm 3,7$ mmol/l.

Una altra possibilitat de desenvolupar una hiponatrèmia és la realització d'una activitat de llarga durada, del tipus ultramarató (6-8 hores), en la qual l'esportista ingereix una gran quantitat d'aigua sense Na^+ . De fet, en aquest cas els nivells de Na^+ baixen en el medi plasmàtic per excés d'aigua, perquè el nivell de sodi es troba ja disminuït per la pèrdua deguda a la formació de suor, atès que 1 litre de suor conté, en general, 50 mmol/l de Na^+ (Armstrong *et al.*, 1993). Noakes *et al.* (1985) i Hiller *et al.* (1985) presenten exemples d'aquest procés en observar índexs de sodi baixos (va caldre tractament hospitalari) en esportistes que van consumir aigua i d'altres solucions sense electròlits durant competicions de llarga durada.

Un altre supòsit té relació amb l'equilibri osmòtic intestinal. El consum de grans quantitats d'aigua pot ocasionar un desplaçament de sodi del medi extracel·lular cap a l'intestí, en la temptativa d'equilibrar l'osmolaritat intestinal. Això produirà una acceleració en la reducció de la taxa de sodi plasmàtic (Irving *et al.*, 1991).

També es considera com a situació de risc, on es pot presentar un quadre d'hiponatrèmia, el fet que l'esportista iniciï l'exercici tenint ja una deficiència d'aquest electròlit, a causa d'una dieta desequilibrada, sense sal, o amb quantitat insuficient d'aquesta (Murray, 1987).

Amat (1998) destaca que la quantitat de sal mínima que ha de ser consumida per un esportista correspon a un valor proporcional al consum calòric, de manera que per cada

1.000 kcal d'aliment ingerit es recomana un consum mínim de 1.000 mg de sal. És important destacar que es pot incrementar aquest consum en situacions de major pèrdua d'aquest electròlit.

El nivell d'aptitud física i d'aclimatació també sembla influir en la predisposició a sofrir una hiponatrèmia, atès que en una persona no entrenada la quantitat de Na^+ perdut per la suor és més gran, i pot arribar fins a 100 mmol/l, mentre que en persones entrenades i aclimatades pot tenir valors tot just a la ratlla de 10 mmol/l (Altman & Dittmer, 1971 *apud* Murray, 1987; McArdle *et al.*, 1998). En la pràctica es pot esperar una pèrdua d'entre 0,5 i 2 grams de sodi per litre de suor (Amat, 1998).

També es consideren factors que predisposen a desenvolupar un quadre d'hiponatrèmia l'administració d'alguns tipus de diürètics (molt comuns entre els lluitadors), els barbitúrics, l'alcohol i també una disfunció en la secreció de l'hormona ADH (Arieff *et al.*, 1976; Arieff i Guisado, 1976; Baylis, 1980; Goldberger, 1981).

El quadre d'hiponatrèmia presenta uns senyals típics que poden ser dividits en tres grups: a) senyals generals; b) senyals a la pell i c) senyals cardiovasculars (Amat, 1998). Els senyals generals inclouen vòmits, debilitat, espasmes abdominals i mal de cap, i en condicions agudes, confusió mental, deliri, al·lucinacions i fins i tot coma. Els senyals de la pell són pèrdua d'elasticitat i turgència. Els senyals cardiovasculars inclouen disminució del volum de sang circulant, hipotensió ortostàtica, taquicàrdia, extremitats fredes, temperatura corporal inferior a la normal i pell freda i humida.

Un exemple d'hiponatrèmia greu és el que es va esdevenir a la marató de Chicago (EEUU) de 1998, on es va produir la mort d'una corredora de 43 anys que participava en la seva segona marató. Segons l'autòpsia, es va considerar com a causa de la mort la presència d'artèries coronàries primes de naixement i un quadre d'hiponatrèmia produït per un elevat consum d'aigua i pèrdua de sals minerals (Romo, 1998).

La gravetat d'un quadre d'hiponatrèmia es demostra pel seu índex de mortalitat, que

és de prop del 50 %, i la fa molt perillosa (Baylis, 1980).

Ingestió de sodi en els esportistes

El consum diari recomanat pel NRC (1989) per a una persona normal és de 500 mg de sodi (aproximadament 1,2 g o menys de sal de cuina). Aquests valors s'obtenen fàcilment a través de la dieta en la majoria de les persones normals. Haymes (1991) informa que en la dieta americana els homes consumeixen quantitats de 2.922 mg/dia de sodi, i les dones 2.060 mg/dia. Armstrong *et al.*, (1987) van comunicar que una dieta normal difícilment ocasiona deficiències de sodi en la gran majoria d'esportistes i militars. Estudis realitzats per Khoo *et al.* (1987), Weight *et al.*, (1988). Nieman *et al.*, (1989) van demostrar que els esportistes de triatló i marató (homes i dones) presenten una variació de consum de sodi d'entre 2.260–4.425 mg/dia, quantitat més que suficient per cobrir les seves necessitats diàries d'aquest electròlit.

En un estudi nutricional de 84 esportistes d'elit espanyols, el consum de sodi va ser també superior al recomanat. Els valors trobats per al col·lectiu de karatekes ($n = 19$), handbol ($n = 20$), bàsquet ($n = 20$) i corredors de mitjana i llarga distància ($n = 25$) van ser de $1.496,5 \pm 396$ mg, $1.948 \pm 680,3$ mg, $1.967,9 \pm 578,6$ mg i $1.592,2 \pm 550,5$ mg respectivament (Mateo *et al.*, 1999).

Tanmateix, per a un atleta que tingui una producció de suor molt intensa, es recomana un lleuger augment en la quantitat de consum diària, que pot arribar fàcilment a 4-6 g de sal al dia (Cipolla *et al.*, 1995). Un bon exemple d'això va ser el presentat per Bergeron, (1996) en el seu estudi sobre un jugador de tennis amb una pèrdua de suor de 2,5 litres per hora durant els partits, cosa que representava una pèrdua pròxima a 90 mmol/l de Na^+ cada hora. La seva dieta va haver de contenir entre 15 i 20 g/dia de clorur de sodi (NaCl) per acabar amb les rampes musculars que apareixien amb una dieta de 5-10 g/dia de clorur de sodi.

Alguns estudis d'acompanyament dietètic apunten que l'augment del contingut de sal

en la dieta es dona de manera instintiva en alguns esportistes, que tendeixen a salar una mica més els seus aliments quan presenten grans pèrdues de Na^+ per la suor (Katch i McArdle, 1996).

Com qualsevol altra persona, l'esportista haurà de recuperar el sodi, però cal destacar-ne algunes particularitats. La primera, que la quantitat de sal durant els àpats sigui adequada; i la segona, que aquest electròlit estigui present en les begudes que els esportistes han de consumir durant l'entrenament o en les competicions.

El sodi en les begudes de recuperació hidroelectrolítiques

Durant la realització dels exercicis es recomana afegir a la solució hidratant una quantitat de 0,5-0,7 g de Na^+ /l, sempre que el temps d'exercici superi els 60 minuts (ACSM, 1996).

Wilki Bar-Or, (1996) i Maughan *et al.* (1996a) destaquen la importància d'incloure sodi en la composició de la solució carbohidratada subministrada a l'esportista, pel motiu que millora la rehidratació i proporciona un millor equilibri dels fluids corporals. Murray, (1998) afegeix que la inclusió de sodi a les solucions hidratants podrà prevenir les rampes musculars. D'altra banda Noakes, (1993) informa que el sodi, en aquestes solucions, afavoreix la reducció de producció d'orina.

Gisolfi (1994) afirma que la presència de Na^+ en les begudes carbohidratades és important, perquè: a) millora la palatabilitat de les solucions; b) millora el mecanisme de co-transport de la molècula de glucosa a nivell intestinal, tot augmentant la velocitat d'absorció; c) contribueix al manteniment de l'osmolaritat plasmàtica; d) evita la presència d'un quadre d'hiponatrèmia. En aquesta mateixa direcció, Shirreffs (1998) considera la inclusió del sodi en les begudes carbohidratades com a un element per augmentar el consum "ad libitum" per part de l'esportista.

Shephard (1988) opina que existeix un aspecte negatiu provocat per la presència de sodi en la solució hidratant, perquè aquest actua augmentant l'osmolaritat de la solució

hidratant carbohidratada, i produeix un retard en el buidatge gàstric, cosa que, paral·lelament, retarda la hidratació. Aquesta posició també és defensada per Brouns (1998), però aclareix que el retard en el buidatge gàstric solament s'esdevé quan la concentració de sodi és elevada, per tant adverteix que el fet que les begudes carbohidratades no tinguin normalment cap limitació pel que fa al seu contingut en concentracions de sodi no és el més recomanable.

Estudis desenvolupats per Criswell *et al.* (1992) i Deuster *et al.* (1992) indiquen que no hi ha perjudici en la velocitat de buidatge gàstric quan la solució hidratant té menys de 50 mmol/l de Na^+ . Mack (1998) considera ideal una concentració de 25 mmol/l per a recuperar el sodi perdut, a part que així s'aconsegueix una resposta excel·lent a la palatabilitat del producte. Sobre aquest punt Gisolfi i Duchman, (1992) proposen una concentració de sodi diferent segons el temps de durada de la prova. En competicions d'1 a 3 hores la recomanació és de 10-20 mmol/l, i en proves de més de 3 hores la recomanació passa a ser de 20-30 mmol/l.

Villegas (1998) afirma que la preocupació per la restitució del sodi hauria de ser més gran quan hi ha una ingestió líquida superior als 4-5 litres; en aquest cas, recomana una solució a 0,1 % o 1 g de sal/l. Tanmateix, més endavant, el mateix Villegas (1999), basant-se en la posició d'altres autors, afegeix a la situació anterior que la ingestió líquida esmentada es produeixi en ambients calorosos de 37-38 °C, amb una intensitat d'exercici del 50-60 % $\text{VO}_{2\text{max}}$, i d'aquesta manera es provoqui una pèrdua de pes per suor del 3 %.

Al mercat espanyol es comercialitzen diversos tipus de solucions hidratants que presenten diferències en les concentracions de sodi. Al quadre 1 s'exposen les concentracions d'alguns d'aquests productes.

Potassi

Els valors de normalitat del potassi plasmàtic es troben compresos entre 3,5-5

PRODUCTE	CONCENTRACIÓ de Na^+ mg/100 ml
Gatorade®	41
Isostar®	69
Aquarius®	22
Energade®	31,8
Isogold®	2,4
Biosolan®	40
Purdey's®	4

Quadre 1. Solucions hidratants i el seu contingut en sodi. Font: taula de composició dels productes.

mmol/l (Pardo i Vázquez, 1995). El potassi present en la suor té com a rang de normalitat de 2,7-6,8 mmol/l segons Shirreffs i Maughan (1997). Tanmateix, hi ha registres d'entre 1-21 mmol/l, segons una revisió sobre el tema publicada per Verde *et al.* (1982).

Les alteracions del nivell de potassi plasmàtic es denominen hipocalièmia, si el valor de potassi es troba per sota del rang de normalitat, o hipercalièmia si els valors són superiors.

No és freqüent que es produeixin grans alteracions en els nivells de potassi plasmàtic, de manera que aquest electròlit presenta una conducta més estable que el sodi, a causa que es troba principalment en el medi intracel·lular. Aquest tipus de conducta és el previst i ha estat confirmat per un gran nombre d'investigadors (Farber *et al.*, 1991; González-Alonso *et al.*, 1992; Deuster *et al.*, 1992; Millard-Stafford *et al.*, 1992).

Greive *et al.* (1998), en estudiar l'efecte de la deshidratació del 4 % del pes corporal per sudoració en una sauna, no va trobar diferències significatives en els valors de potassi plasmàtic.

Hipercalièmia durant l'activitat física

Alguns investigadors relaten que durant activitats de llarga durada, el potassi tendeix a

presentar petits increments en els nivells plasmàtics, tanmateix, però, no supera el rang de normalitat. Els treballs de Mateo *et al.* (1993) així ho demostren. Després de realitzar un seguiment d'aquest electròlit en nou corredors, abans ($4,86 \pm 0,34$ mmol/l) i després ($5,12 \pm 0,45$ mmol/l) d'una cursa de marató, es va observar una tendència a l'elevació, però el fet no va ser considerat estadísticament significatiu. Zamora *et al.* (1992) van obtenir resultats semblants i van trobar valors de potassi en repòs de 4,2 mmol/l i de 4,75 mmol/l després d'una prova de marató.

Les situacions d'hipercalièmia associades a la pràctica d'exercicis físics són extremadament rares. Tanmateix, és possible que aparegui una hipercalièmia després d'una combinació de factors: a) consum excessiu de potassi; b) deshidratació aguda; c) algun tipus de lesió muscular; tot plegat, pot produir un augment del potassi plasmàtic a nivells perillosos i posar en risc la vida de l'esportista (Pivarnik i Palmer, 1996). Mena *et al.* (1988) van confirmar aquests fets després d'estudiar 15 ciclistes durant una competició de 500 km realitzats en 4 dies. Van registrar que el nivell de potassi inicial era de 4,37 mmol/l, i de 9,55 mmol/l al final de l'últim dia de competició.

Pastene *et al.* (1996), en controlar un conjunt de paràmetres sanguinis en 6 corredors durant una marató, van trobar valors normals de $4,8 \pm 0,6$ mmol/l de potassi abans de la prova, i situacions d'hipercalièmia amb valors mitjans de $5,5 \pm 0,6$ mmol/l després de la prova; aquesta pujada va ser considerada estadísticament significativa.

Rotellar, (1996) proposa valors de 4,5-6 mmol/l com a hipercalièmia lleu, 6-7 mmol/l com a greu, i valors superiors a 7 mmol/l, molt greu. Els senyals que caracteritzen una hipercalièmia inclouen: 1) reducció de la força muscular; 2) reducció de la freqüència cardíaca i 3) alteracions en l'ECG (Guyton, 1992).

El traçat eletrocardiogràfic constitueix una de les millors formes d'identificar si el potassi sèric es troba alterat. Durán, (1995) comenta que l'alteració de l'ECG que consisteix en la modificació del traç de l'ona T

amb aparença "punxeguda", és característica de concentracions de 6,5 mmol/l. A nivells superiors de 7-8 mmol/l l'interval entre P-R s'allarga. Amb valors superiors a 8 mmol/l les ones QRS poden convergir amb l'ona T i formar una ona sinuosa.

Un dels principals problemes de la hipercalièmia i l'exercici físic és la paràlisi muscular. Això passa a causa d'una alteració en la diferència del potencial d'acció ideal entre les superfícies interna i externa de la membrana de la fibra muscular, que és responsable que es produeixi la propagació de l'estímul nerviós (Goldberger, 1978).

Hipocalièmia durant l'activitat física

Shepard (1988) va publicar que no són freqüents els registres d'hipocalièmia, tenint en compte que per a recobrar aquest electròlit n'hi ha prou amb una dieta equilibrada. Tanmateix, destaca que, en condicions d'estress acumulatiu, on l'esportista es troba sotmès durant uns quants dies a una pèrdua hídrica intensa, és possible trobar baixades en el nivell de potassi. Per contra, Zamora *et al.* (1992) destaquen que prop del 20-30 % dels esportistes presenten un quadre d'hipocalièmia després de 4 hores d'haver participat en un entrenament intens, si no es recupera adequadament aquest mineral.

Frizzel *et al.* (1986) relaten el cas de dos maratonians que després de córrer 100 i 80 km, i d'haver ingerit, el primer, aproximadament 20 litres (120 ml de solució amb glucosa i electròlits més 120 ml de cola per estació) i el segon 24 litres (120 ml d'aigua i 120 ml d'una solució de glucosa i electròlits), van presentar valors de potassi plasmàtics de 3,6 i 3,8 mmol/l respectivament.

Costill (1988) va exposar que fins i tot una reducció petita en els nivells de potassi només es produirà a partir d'una deshidratació aproximadament del 6 % del pes corporal. El mateix autor declara que corredors d'ultramarató i marató, amb mitjanes diàries d'entre 40 km i 20 km d'entrenament en ambients calorosos, no presentaven deficiències en els nivells de potassi ni d'altres

minerals, de la qual cosa conclou la dificultat que aquest ió disminueixi fins a nivells perillosos.

Whiting *et al.* (1984) van observar una tendència a la reducció de potassi plasmàtic després de controlar un grup d'esportistes abans i després d'una prova de marató en un ambient fred.

Gastmann *et al.* (1998), en controlar un conjunt de paràmetres sanguinis en 9 esportistes que van participar en una prova d'ultra-triatló (7,5 km de natació, 360 km de ciclisme i 85 km de cursa), amb un temps de prova entre 23:38:53 i 27:54:30 (h:min:seg), van trobar concentracions de potassi de $4,4 \pm 0,3$ mmol/l en repòs i $4,1 \pm 0,3$ mmol/l al final de les proves. Les diferències no es van considerar significatives, ja que els nivells es van mantenir dintre del rang de normalitat. La participació en proves de tan llarga durada imposa entrenaments llargs i esgotadors, per això Kreider (1991) comenta que situacions com aquestes, tenint en compte que causen una gran producció de suor, poden provocar un quadre d'hipocalièmia.

Durán, (1995) comenta que els corredors de llarga distància poden presentar un quadre d'hipocalièmia crònica, causat per un mecanisme de redistribució del potassi cap a l'espai intracel·lular. El mateix autor destaca que l'ús de la majoria de diürètics també produeix una situació d'hipocalièmia, molt freqüent entre els lluitadors. Aquest efecte dels diürètics també ha estat destacat per Haymes, (1991).

Rotellar, (1996) proposa valors de 3,5-3 mmol/l com a hipocalièmia lleu, 3-2,5 mmol/l com a greu, i valors inferiors a 2,5 mmol/l com a molt greu.

La hipocalièmia produeix un conjunt de símptomes com ara: anorèxia, mareigs, vòmits, distensió abdominal, debilitat muscular, disminució o absència de reflexos profunds i depressió mental. També pot produir nictúria, poliúria, polidipsia, a més a més de modificacions en l'ECG. Els senyals neurològics no es detecten bé quan els nivells de potassi arriben a 2,5 mmol/l.

Les alteracions eletrocardiogràfiques més freqüents enregistrades en una situació d'hipocalièmia inclouen l'aplanament de

les ones T i l'aparició d'ones U (DURÁN, 1995). Finalment, Haymes (1991) informa que en condicions d'hipocalièmia augmenta la possibilitat que es produeixi un cop de calor.

Ingestió de potassi en els esportistes

Una deficiència de potassi originada per un consum inadequat és molt rara en subjectes sans que tinguin una dieta equilibrada, ja que la presència d'aquest electròlit és notable en els aliments; les demandes d'una persona adulta es troben entre 1,6 i 2 g/dia (Whitmire, 1998). Lane *et al.* (1978) i posteriorment Costill *et al.* (1982) van publicar que el nivell d'ingestió ideal de potassi s'obté amb una dieta equilibrada, fins i tot en esportistes. Els mateixos autors assenyalen que un got de suc de taronja o de tomàquet restitueix la quantitat de potassi perdut en 3 litres de suor.

Bean (1998) recomana que el consum diari de potassi sigui d'uns 3,5 grams, encara que es pot augmentar. D'altra banda, Lane i Cerda, (1978) destaquen que el consum de potassi no ha de ser superior a 10 grams al dia, perquè, si no, provocaria l'aparició d'un quadre d'hipercalièmia. Els mateixos autors recomanen prestar més atenció al consum de potassi en les situacions següents: a) una gran ingestió de sal (més de 10 g per dia); b) individus que presenten quadres de rampes freqüents o cops de calor; c) problemes dietètics amb un consum inadequat de fruites, llegums i verdures; d) gran producció de suor amb pèrdua superior a 2 kg de pes corporal al dia.

En desenvolupar un estudi nutricional en 84 dones esportistes espanyoles d'elit, Mateo *et al.* (1999) van trobar que les esportistes consumien al dia més potassi dels 2.000 mg/dia recomanats per NRC (1989). Els valors trobats van ser de $2.714,3 \pm 853,2$ mg/dia per a un col·lectiu de 19 karatekes, $2.750 \pm 722,9$ mg/dia per a 20 jugadores d'handbol, $3.047,8 \pm 693,7$ mg/dia per a 20 jugadores de bàsquet, i $3.005,5 \pm 835,6$ mg/dia per a 25 corredores de mitjana i llarga distància.

Malgrat l'elevat consum de potassi, els valors sanguinis es van mantenir dintre del rang de normalitat.

Costill *et al.* (1982), en estudiar l'equilibri del potassi amb relació a un exercici amb producció de suor de 3 litres, i un consum de 3 g/dia de K, van trobar que aquest era positiu. Tanmateix, en baixar el consum a 2 g/dia va haver-hi reducció en l'orina, la suor i la femta.

Segons les observacions de Zamora *et al.* (1992) el consum de potassi en la dieta d'un esportista permet que es donin les condicions ideals d'acció d'alguns enzims, com ara la piruvatocinasa i la 3-fosfoglicerat cinasa que es troben implicats en l'obtenció d'energia. Els mateixos autors informen que el desenvolupament muscular propi dels esportistes exigeix un consum d'aquest mineral superior al que li caldria un subjecte sedentari. A més a més, aquest fet també es justifica pel més gran consum de sodi i per l'elevada pèrdua de líquids per suor en els esportistes.

El potassi en les begudes de recuperació hidroelectrolítiques

La presència del potassi en les solucions hidratants comercials ofertes als esportistes té com a principal objectiu ajudar a la retenció de l'aigua, a més a més de restituir la quantitat de potassi perdut per la suor (Nadel *et al.*, 1990 *apud* Maughan *et al.*, 1996).

Amat, (1998) no considera important la inclusió de potassi en les begudes isotòniques que s'ofereixen als esportistes. Són de la mateixa opinió SAWKA *et al.*, (1998) que consideren de menor importància recuperar aquest electròlit. En aquesta mateixa direcció Gisolfi i Duchman (1992), en un treball de revisió sobre una guia ideal per a la restitució hídrica, no indiquen la necessitat d'incloure potassi en la composició d'un isotònic.

Villegas, (1999) exposa les observacions d'alguns autors que apunten que la presència de potassi en solucions hidratants pot causar un retard en el buidatge gàstric, i afectar, doncs, negativament la velocitat d'hidratació.

SOLUCIÓ HIDRATANT	CONTINGUT EN POTASSI mg/100 ml
Gatorade®	11,7
Isostar®	18
Aquarius®	2,2
Energade®	2,4
Isogold®	2,2

Quadre 2. Solucions hidratants i el seu contingut en potassi. (Font: Taula de composició analítica dels productes.)

Villegas *et al.* (1995) comuniquen que cal prestar atenció a les concentracions de potassi present en les solucions, ja que una concentració elevada pot produir en l'esportista un quadre d'hipercalièmia. En situacions en què calgui incloure potassi en la solució, és recomanable que aquest no excedeixi la quantitat de 10 mmol/l.

Al quadre 2 es mostra una llista de les solucions hidratants comercials ofertes als esportistes pel mercat espanyol i les respectives quantitats en contingut de potassi.

Conclusions

Prenent com a base les dades presentades en aquest article és possible establir les conclusions següents:

- Els quadres d'hiponatrèmia no són freqüents en els esportistes de manera general. Perquè se'n puguin produir cal que hi hagi un llarg període d'exercici, normalment superior a les 4 hores d'activitat, amb una ingestió de grans quantitats d'aigua sense la presència de sodi i amb una certa manca de consum d'aquest mineral en la dieta.
- La major part de les activitats físiques no arriben a proporcionar una alteració del nivell del sodi plasmàtic fora del rang de normalitat.
- Els quadres d'hipernatrèmia només es poden produir en el cas que l'esportista no consumeixi líquids durant l'exercici i a

més a més prengui pastilles de sal; aquesta pràctica és desaconsellada totalment.

- El consum diari de sodi i potassi per part dels esportistes normalment es troba dintre de les pautes recomanades.
- Es considera com a positiva la presència del sodi en les begudes de restitució hidroelectrolítiques.
- Els quadres d'hipocalièmia són rars en l'esport, però es poden produir, en casos d'una elevada producció de suor; probablement, el fet anirà associat a una manca de consum d'aquest mineral en la dieta.
- La resposta més freqüent del potassi plasmàtic es troba relacionada amb un augment significatiu de la concentració d'aquest mineral.
- No hi ha un consens sobre la necessitat que les begudes de restitució hidroelectrolítiques, continguin potassi. Ben al contrari, sembla criticable que s'ofereixin als esportistes solucions que continguin concentracions elevades de potassi.

Bibliografia

- AMAT, O. (1998), *Nutrición, salud y rendimiento deportivo*. (2a ed). Barcelona: Espaxs.
- AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE, (1996), "Exercise and fluid replacement-Position Stand". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 28, núm. 1, pàg. 1-6.
- ARIEFF, A. I. i GUIZADO, R. (1976), "Effects on the central nervous system of hypernatremic and hyponatremic states". *Kidney International*, núm. 10, pàg. 104-116.
- ARIEFF, A. I.; LLACH, F. i MASSRY, S. G. (1976), "Neurological manifestation and morbidity of hyponatremia: correlation with brain water and electrolytes." *Medicine*, núm. 55, vol. 2, pàg. 121-129.
- ARMSTRONG, L. E.; COSTILL, D. L. i FINK, W. J. (1987), "Changes in body water and electrolytes during heat acclimation: effects of dietary sodium". *Aviat. Space Environ. Med.* núm. 58, pàg. 143-148.
- ARMSTRONG, L. E.; CURTIS, W. C.; HUBBARD, R. W. FRANCESCONI, R. P.; MOORE, R. i ASKEN, E. W. (1993), "Syntomatic hyponatremia during prolonged exercise in heat." *Medicine and Sports Science and Exercise*, núm. 25, pàg. 543-549.
- BAYLIS, P. H. (1980), "Hyponatremia and hypernatremia". *Clinics in Endocrinology and Metabolism*, núm. 9, vol. 3, pàg. 625-637.
- BEAN, A. (1998), *La guía completa de la nutrición del deportista*. Barcelona: Paidotribo
- BEGERON, M. Y. (1996), "Heat cramps during tennis: a case report." *International Journal Sports Nutrition*, núm. 6, pàg. 62-68.
- BROUNS, F. (1998), "Gastric emptying as a regulatory factor in fluid uptake". *International Journal Sports Medicine*, vol. 19, pàg. 125-128.
- CIPOLLA, M.; RICCIARDI, L. i PATRINI, C. (1995), "Equilibrio hídrico-salínico en el deporte. I. El Agua." *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. xi, núm. 44, pàg. 383-389.
- COSTILL, D. L.; COTE, R. i FINK, W. J. (1982), "Dietary potassium and heavy exercise: effects on muscle water electrolytes". *Am. Journal Clin. Nutrition*, vol. 36, pàg. 266-275
- COSTILL, D. L. (1988), *Nutrición y Dietética*. En A. Dirix, H. G. Knuttgen i K. Tittel, K. (Eds.) *Libro olímpico de la Medicina Deportiva*. Barcelona: Doyna.
- CRISWELL, D.; RENSHIER, K.; POWERS, S. K.; TULLEY, R.; CICALA, M. i WHEELER, K. (1992), "Fluid replacement beverages and maintenance of plasma volume during exercise: role of aldosterone and vasopressin." *European Journal Applied Physiology*, núm. 65, pàg. 445-451.
- DEUSTER, P. A.; SINGH, A.; HOFMANN, A.; MOSES, F. M. i CHROUSOS, G. C. (1992), "Hormonal responses to ingesting water or a carbohydrate beverage during a 2 h run." *Medicine and Sports Science and Exercise*, núm. 24, pàg. 72-79.
- DURÁN, J. M. (1995), "Alteraciones del metabolismo del potasio", C. Rozman, (Ed.). *Medicina Interna*. Madrid: Mosby-Doyma Libros.
- FARBER, H. W.; SCHEFER, E. J.; FRANEY, R.; GRIMALDI, R. i HILL, N. (1991), "The endurance triathlon: metabolic changes after each event and during recovery." *Medicine and Science Sports Exercise*, vol. 23, pàg. 959-965.
- FRIZZEL, R.; LANG, G.; LOWANCE, D. i LATHAN, S. (1986), "Hyponatremia and ultramarathon running." *Journal of the American Medical Association*, núm. 255, pàg. 772-774.
- GASTMANN, U.; DIMEO, F.; HUONKER, M.; BÖCKER, J.; STEINACKER, J. M.; PETERSEN, K. G.; WIELAND, H.; KEUL, J. i LEHMANN, M. (1998), "Ultra-triathlon-related blood-chemical and endocrinological responses in nine athletes." *Journal Sports Medicine Phys Fitness*, núm. 38, pàg. 18-23.
- GISOLFI, C. i DUCHMAN, S. (1992), "Guideline for optimal replacement beverages for different athletic event". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 24, núm. 6, pàg. 679-687.
- GISOLFI, C. (1994), "Ejercicio, absorción intestinal y rehidratación del deporte". *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. X, núm. 42, pàg. 195-200.
- GOLDBERGER, E. (1978), *Alterações do equilíbrio hídrico, eletrólitos e ácido básico*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- GOLDBERGER, M. (1981), "Hyponatremia". *Medical Clinics of North America*, núm. 65, vol. 2, pàg. 251-269.
- GONZÁLEZ-ALONSO, J.; HEAPS, C. i COYLE, E. (1992), "Rehydration after exercise with common beverages and water". *International Journal Sports Medicine*, vol. 13, núm. 5, pàg. 399-406.
- GREIWE, J. S.; STAFFEY, K. S.; MELROSE, D. R.; NARVE, M. D. i KNOWLTON, R. G. (1998), "Effects of dehydration on isometric muscular strenght and endurance." *Medicine and Science Sports Exercise*, vol. 30, núm. 2, pàg. 284-288
- GUYTON, A. (1992), *Tratado de fisiología médica*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- HAYMES, E. M. (1991), "Vitamin and mineral supplementation to athletes". *International Journal of Sports Nutrition*, núm. 1, pàg. 146-169.
- HILLER, W. D.; O'TOOLE, M.; MASSIMINO, F.; HILLER, R. i LAIRD, R. (1985), "Plasma electrolyte and glucose change during Hawaiian Ironman Triathlon". (Abstract). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 17, núm. 4, pàg. 219.
- HILLER, W.; O'TOOLE, M.; FORTRESS, E.; LAIRD, R.; IMBERT, P. i SISK, T. (1987), "Medical and physiological considerations in triatlons." *American Journal Sports Medicine*, vol. 15, núm. 2, pàg. 164-167.
- IRVING, R. A. et al., (1991), "Evaluation of renal function and fluid homeostasis during recovery from exercise hyponatremia". *Journal Applied Physiology*, núm. 70, pàg. 342.
- KATCH, F. i MCARDLE, W. (1996), *Nutrição, exercício e saúde*. Rio de Janeiro: MEDSI.
- KHOO, C. S.; RAWSON, N. E.; ROBINSON, M. L. i STEVENSON, R. J. (1987), "Nutrient intake and eating habits of triathletes". *Ann. Sports Medicine*, núm. 3, pàg. 144-150.
- KREIDER, R. B. (1991), "Physiological considerations of ultraendurance performance". *International Journal of Sport Nutrition*, vol. 1, pàg. 3-27.
- LANE, H. W. et al. (1978), "Efect of physical activity on human potassium metabolism in a hot and humid environment". *Am. Journal Clin. Nutrition*, núm. 31, pàg. 838.
- LANE, H. i CERDA, J. (1978), "Potassium requirements and exercise." *Journal American Diet. Association*, vol. 73, pàg. 64.
- MACK, G. (1998), "Recovery after exercise in the heat- factors influencing fluid intake". *International Journal Sports Medicine*, vol. 19, pàg. s139-s141.
- MARINS, J. (1997), "Influencia da hidratação (solução carboidratada durante um exercício submáximo". Congresso AISEP- Universidade Gama Filho-Rio de Janeiro.
- MATEO, R.; LAÍNEZ, M.; MANSO, J.; LARIO, M. i SORIA, A. (1993), "Efectos de una carrera de maratón sobre los parámetros hematológicos, minerales y elementos traza". *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. 10, núm. 40, pàg. 413-420.

- MATEO, R.; LAÍNEZ, M.; ROBINSON, M. i OLTRA, M. (1999), "Estudio nutricional en mujeres deportistas de elite (I). Energía, principios inmediatos y macrominerales". *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. XVI, núm. 69, pàg. 15-27.
- MAUGHAN, R.; LEIPER, J. B. i SHIRREFFS, S. M. (1996), "Rehydration and recovery after exercise". *Sports Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute*, vol. 9, núm. 3, pàg. 1-6.
- (1996), "Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: effects of food and fluid intake". *European Journal Applied Physiology*, núm. 73, pàg. 317-325.
- MCARDLE, W.; KATCH, F. i KATCH, V. (1998). *Fisiologia do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- MENA, P.; MAYNAR, M.; GUTIÉRREZ, J. i CAMPILLO, J. (1988), "Fisiología metabólica de la vuelta ciclista a Extremadura". *Archivos de Medicina del Deporte*, vol. 5, núm. 18, pàg. 233-236.
- MILLARD, STAFFORD, M.; SARLING, P.; ROSSKOPF, L. i DICARLO, L. (1992), "Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in the heat". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 24, núm. 8, pàg. 934-940.
- MURRAY, R. (1987), "The effects of consuming carbohydrate-electrolytes beverages on gastric emptying and fluid absorption during and following exercise". *Sports Medicine*, núm. 4, pàg. 322-351.
- (1998), "Rehydration strategies-balancing substrate, fluid, and electrolyte provision." *International Journal Sports Medicine*, vol. 19, pàg. s133-135.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC (1989), *Recommend dietary allowances* (10 th ed.) Washington D.C.: National Academy Press
- NELSON, P.; ROBINSON, A.; KAPOOR, W. i RINALDO, J. (1986), "Hyponatremia in a marathoner". *Physician Sportsmedicine*, vol. 16, pàg. 78-87.
- NIEMAN, D. C.; BUTLER, J. V.; POLLET, L. M.; DIETRICH, S. J. i LUTZ, R. D. (1989), "Nutrient intake of marathon runners". *J. Am. Diet. Assoc.* núm. 89, pàg. 1273-1278.
- NOAKES, T.; GOODWIN, N.; RAYNER, B.; BRANKENT, T. i TAYLOR, R. (1985), "Water intoxication: a possible complication during endurance exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 17, núm. 3, pàg. 370-375.
- NOAKES, T.; NORMAN, R.; BUCK, R.; GODLONTON, J. STEVENSON, K. i PITTAWAY, D. (1990), "The incidence of hyponatremia during prolonged ultra-endurance exercise". *Medicine and Science in Sports and Exercise*, vol. 22, pàg. 165-170.
- NOAKES, T. (1993), Fluid replacement during exercise. In: Holloszy, J. (Ed.) *Exercise and sports sciences reviews*. vol. 21. Baltimore: Williams & Wilkins.
- PARDO, E. i VÁZQUEZ, C. (1995), *Nomenclator de Laboratório Clínico*. Madrid: Interamericana McGraw-Hill.
- PASTENE, J. GERMAIN, M. ALLEVAR, A. M.; GHARIB, C. i LACOUR, J. R. (1996), "Water balance during and after marathon running". *European Journal Applied Physiology*, núm. 73, pàg. 49-55.
- PIVARNIK, J. M. i PALMER, R. A. (1996), "Balanço hidroeletrólítico durante o repouso e o exercício". A: I. Wolinsky, i J. Hjikson, (Eds), *Nutrição no exercício e no esporte*. Sao Paulo: Roca.
- ROMO, I. (1998), "Cuidado con beber sólo agua." *Corricolari*. núm. 147, pàg. 54-55.
- ROTELLAR, E. (1996), *ABC das alterações hidroeletrólíticas e ácido base*. Rio de Janeiro.
- SAWKA, M.; LATZKA, W.; MATTOT, R. i MONTAIN, S. (1998), "Hydration effects on temperature regulation". *International Journal Sports Medicine*, vol. 19, pàg. s108-110.
- SHEPHARD, R. (1988), "Calor", A: A. Dirix; H. Knuttgen; K. Tittel, (Ed.) *Libro Olímpico de la Medicina Deportiva*. Barcelona: Doyna.
- SHIRREFFS, S. i MAUGHAN, R. (1997), "Whole body sweat collection in humans: an improved method with preliminary data on electrolyte content". *Journal Applied Physiology*. vol. 82, núm. 1, pàg. 336-341.
- SHIRREFFS, S. (1998), "Effects of ingestion of carbohydrate-electrolyte solutions on exercise performance". *International Journal Sports Medicine*, vol. 19, pàg. s117-s120
- STROMME, S.; GULLESTAD, R.; MEEN, H.; REFSUM, H. i KROG, J. (1976), "Serum sodium and calcium and body temperature during prolonged exercise". *Journal Sports Medicine*, vol. 16, pàg. 91-97.
- VEA, A. M. i RABASA, A. T. (1995), "Alteraciones del metabolismo hidrosalino". In: Rozman (Ed.) *Medicina Interna*. Madrid: Mosby/Doyma Libros.
- VERDE, T.; SHEPHARD, R.; COREY, P. i MOORE, R. (1982), "Sweat composition in exercise and in heat." *Journal Applied Physiology*, vol. 53, núm. 6, pàg. 1540-1545.
- VILLEGAS, J.; BECERRO, J.; ROCAMORA, M. i ZAMORA, S. (1995), "Termorregulación en relación con el ejercicio en ambientes cálidos". *Medicina Aeroespacial y Ambiental*, vol. 1, núm. 3, pàg. 122-132, 1995.
- VILLEGAS, J. (1998), "limentación en deportes de especial requerimiento". In: J. Gallego, i J. Vicente, (Ed). *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Editorial Sintesis
- (1999), *La alimentación en la actividad física y el deporte*. Murcia: UCAM.
- ZAMORA, S.; SÁNCHEZ, F.; GIL, A. i ANTONIO, J. (1992), "Nutrición e dietética en la actividad física". In: J. Gallego (Ed). *Fisiologia de la actividad física y del deporte*. Madrid: McGraw-Hill.
- WALSH, R. M.; NOAKES, T. D.; HAWLEY, J. A.; DENNIS, S. C. (1994), "Impaired high-intensity cycling performance time at how hevels of dehydration". *International Journal Sports Medicine*, vol. 15, núm. 7, pàg. 392-398.
- WEIGHT, L. M.; NOAKES, T. D.; LABADARIOS, D.; GRAVES, J.; JACOBS, P. i BERMAN, P. A. (1988), "Vitamin and mineral status of trained athletes including the effects of supplementation." *Am. J. Clin. Nutrition*, núm. 47, pàg. 186-191
- WHITING, P. H.; MAUGHAN, R. J. i MILLER, D. B. (1984), "Dehydration and serum biochemical changes in marathon runners", *European Journal Applied Physiological*, vol. 52, pàg. 183-187.
- WHITMIRE, J. (1998), "Agua eletrólitos y equilibrio acido-base". L. K. Mahan & S. Escott-Stanp, S.(Ed), *Nutrición y dietoterapia de Krause*. 9ª de McGraw-Hill, México.
- WILK, B. i BAR-OR, O. (1996), "Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drinking and hydration in boys exercising in the heat". *Journal Applied Physiology*, núm. 80, pàg. 1112-1117.