

Variació del calci i del clorur plasmàtic durant l'exercici físic: factors associats

MS JOAO CARLOS MARINS

Prof. Titular a la Universitat Federal de Viçosa – MG – Brasil
Alumne del Curs de Doctorat Bases Fisiològiques de la Nutrició
Universitat de Murcia

DR. ESTÉLIO HENRIQUE DANTAS

Prof. Titular a la Universitat Castelo Branco – RJ - Brasil

DR. SALVADOR ZAMORA NAVARRO
Universitat de Murcia.

Prof. Catedràtic a la Universitat de Murcia

CORRESPONDÈNCIA:

Universitat de Murcia. Facultat de Biologia
Departament de Fisiologia i Farmacologia
Campus Espinardo
Joao Carlos Marins
30.100 – MURCIA – Espanya

jobouzas@fcu.um.es o jobouzas@mail.ufv.br

Ajuda: CAPES – GOVERN BRASILENY

APUNTS. MEDICINA DE L'ESPORT. 2000; 133: 5-12

RESUM. Els estudis sobre els electròlits relacionats amb la hidratació, normalment emfatitzen en el sodi i el potassi. Tanmateix, el calci i el clorur també són minerals que desenvolupen importants funcions en l'equilibri plasmàtic i en la regulació de la contracció muscular. Durant l'exercici físic, la producció de grans quantitats de suor podrà imposar una constant pèrdua d'aquests minerals que ja es troben en aquest fluid. Aquest article pretén presentar les variacions plasmàtiques del calci i del clorur durant l'exercici físic, a més a més d'alguns estudis respecte al seu consum per part dels esportistes, així com la presència d'aquests minerals a les begudes hidroelectrolítiques.

PARAULES CLAU: Calci – Clorur – Electròlits.

SUMMARY. Studies focused on those electrolytes related to hydration normally emphasize on sodium and potassium. However, calcium and chloride are also minerals which perform very important roles in serum balance and in regulation of muscular contraction. During exercise, the production of large amounts of sweat will result in a constant loss of these minerals, since they appear in this fluid. The aim of this article is to point out at serum variations in calcium and chloride during exercise, in addition to introduce some studies focused on their consume by sportsmen and women and their presence in hydroelectrolithic drinks.

KEY WORDS: Calcium – Chloride - Electrolytes.

INTRODUCCIÓ

A l'esport d'alt rendiment, es fa necessari un meticolós estudi sobre les influències que l'esport suposa sobre les adaptacions fisiològiques. Es tracta de petits detalls que poden establir la diferència entre un guanyador o campió en relació amb els seus adversaris.

En aquest context, se sap que l'exercici de llarga durada pot provocar un quadre de deshidratació que, al seu torn, pot alterar l'equilibri electrolític. La producció de grans quantitats de suor de manera crònica o aguda pot desencadenar desequilibris en els electrolits que, al seu torn, poden perjudicar la qualitat de l'entrenament o el rendiment en la competició.

La suor és una solució hipotònica, però, fins i tot així, pot ser responsable d'alteracions electrolítiques importants. En relació amb el sodi existeixen informes de respostes oposades com un quadre d'hipernatrèmia o hiponatrèmia, essent possible també l'eunatrèmia. En relació amb el potassi, els resultats més consistents indiquen un quadre d'hipercalcèmia. Tanmateix, el calci i el clorur, també desenvolupen importants funcions en l'equilibri osmòtic plasmàtic a més a més del seu paper en la regulació de la contracció muscular, però, normalment, no tenen la mateixa importància que el sodi i el potassi.

Quan hi ha una gran producció de suor, la recomanació, en general, és que es consumeixin líquids que continguin electrolits, però poques vegades es discuteix quin tipus i quina quantitat d'electrolits s'han de reposar.

L'objectiu d'aquest article és presentar les respostes plasmàtiques del calci i del clorur durant l'exercici física, a més a més d'alguns estudis referents al seu consum per part dels esportistes, així com la presència d'aquests minerals a les begudes hidroelectrolítiques.

2. CALCI

L'anàlisi de la calcèmia sanguínia és un important procediment per a la valoració nutricional de l'esportista⁵⁶. Per a Amat (1998)¹, el calci es troba entre els electrolits de major importància relacionats amb l'activitat física pel seu paper en el control i govern d'un conjunt de funcions com la transmissió nerviosa i la contracció muscular, així com pel metabolisme energètic del múscul. El mateix autor destaca també altres funcions en les quals el calci es veu implicat; la seva acció al costat de les hormones catecolamina, insulina i hormona de la tiroïdes; la seva intervenció en la coagulació de la sang y, per últim, com element estructural bàsic de l'esquelet. Monte i Dragan (1988)³⁹ també recomanen el seu control periòdic, sobretot a esportistes sotmesos a activitats de llarga durada.

El calci present al plasma sanguini s'hi troba en tres formes diferents. La coneguda com "proteïnat de calci" és la porció de calci associada a les proteïnes plasmàtiques, representa el 40%

del calci plasmàtic. Una altra forma és la del calci que es difon per les membranes, però que es troba associat a altres substàncies tant en el plasma com en els líquids intersticials. Composa el 10% del calci plasmàtic. Per últim, representant el 50% del calci plasmàtic, tenim el calci iònic (Ca^{++}) que es difon per la membrana capil·lar i es ionitza.

Els valors normals del calci en sèrum són de 2,2 – 2,5 mmol/l¹³. A la suor, els valors de normalitat, segons Brouns (1994)⁶, són de 1 mmol/l. D'altra banda, el calci present a la suor té com a rang de normalitat de 0 – 2,9 mmol/l, segons Shirreffs i Maugham (1997)⁵³. Tanmateix, hi ha registres de valors màxims de 6,2 mmol/l⁵⁵.

Donada la importància fisiològica del calci i el gran nombre de funcions en que es veu implicat, aquest element es regula correctament per dues hormones i una vitamina (paratormona, calcitonina i vitamina D) per la qual cosa els seus nivells plasmàtics no varien fàcilment. Això es pot entendre, a més a més, si pensem que l'esquelet és una magnífica reserva de calci; per tant, és aquí on es poden esperar el problemes més importants: la osteoporosi.

2.1. Hipercalcèmia

Els valors considerats indicadors d'hipercalcèmia són els superiors als 2,5 mmol/l¹³. Una situació d'hipercalcèmia provoca un procés de depressió del sistema nerviós de manera que les respostes reflexes del S.N.C. són més lentes. Una disminució de l'interval QT en el cor pot indicar una situació d'hipercalcèmia. La manca de gana també pot ser un símptoma d'hipercalcèmia²⁸.

En situacions patològiques com l'hiperparatiroidisme primari i terciari o malalties malignes, amb o sense deteriorament ossi, poden desenvolupar aquest quadre⁴⁶. Tanmateix, la hipercalcèmia és molt poc habitual en l'esportista d'èlit.

Comparant els dos nivells de calci plasmàtic abans i després d'una prova de marató en 9 corredors, Mateo i cols (1993)³⁴ varen trobar diferències significatives entre els resultats ($p < 0,01$), de manera que abans de la carrera, el valor de Ca^{++} es corresponia a $2,4 \pm 0,03$ mmol/l i al final a $2,56 \pm 0,08$ mmol/l.

La comparació entre els dos valors de calci plasmàtic de 9 participants d'una prova d'ultramarató (7,5 km de natació; 360 km de ciclisme; 85 km de carrera) abans i després de la seva realització ($2,32 \pm 0,17$ mmol/l i $2,39 \pm 0,13$ mmol/l, respectivament) no varen mostrar diferències estadísticament significatives²⁴. En aquesta mateixa línia, Criswell i cols (1992)¹⁹ també varen aconseguir resultats similars en 6 ciclistes, després de 2 hores d'exercici sobre bicicleta ergomètrica, sotmesos a un treball del 65% $VO_{2m\acute{a}x}$, i amb dos procediments d'hidratació (aigua *vs* Exceed). Kleider (1991)³⁰ va observar que el calci sanguini normalment es manté constant, a expenses de la reserva òssia que pugui ser utilitzada.

2.2 Hipocalcèmia

Es considera que existeix una situació d'hipocalcèmia quan els valors de calci plasmàtics són inferiors als 2,2 mmol/l¹³. Quan els valors de calci iònic (Ca⁺⁺) arriben al 50% del valor considerat normal, es desenvolupen alguns senyals típics d'aquesta situació, per exemple, la aparició de tetània. Això es degut a una més gran excitació del sistema nerviós, deguda a un augment de la permeabilitat de la membrana neuronal als ions de sodi, facilitant així els potencials d'acció. És possible observar quadres de convulsions, existint un risc per a la vida en valors propers als 1,02 mmol/l²⁸.

Casos patològics d'hipoparatiroidisme idiopàtic, insuficiència renal crònica, dèficit de vitamina D o magnesi i transfusions sanguínies massives, entre altres motius, poden provocar un quadre d'hipocalcèmia⁴⁶, però normalment no tenen relació amb la pràctica d'activitats físiques.

Tanmateix, Cortes i cols (1990)¹⁴ varen observar una disminució dels valors de calci plasmàtic després d'un període de 4 dies seguits d'entrenament realitzats per un grup de ciclistes.

2.3 Ingestió de Calci en els esportistes

El consum diari de calci aconsellat entre els 11 i els 24 anys és de 1.200 mg, segons una proposta de la "National Research Council, 1989"⁴¹.

No són habituals els casos de deficiència de calci entre els esportistes, doncs, encara que no hi hagi un consum adequat d'aquest mineral, l'organisme té en el teixit ossi una gran reserva d'aquest mineral que pot ser utilitzada⁶³. Tanmateix, es pot recórrer a aquesta reserva de calci sempre que la seva ingestió no sigui l'adient. Per això, no és aconsellable, doncs modifica la dinàmica metabòlica ideal del calci, afavorint la via catabòlica d'aquest mineral.

Una gran quantitat de suor podria minvar els nivells de calci plasmàtic, la qual cosa pot produir rampes musculars degudes a un insuficient alliberament d'aquest mineral per part de la retícula sarcoplasmàtica, la qual cosa pot, al mateix temps, originar una alteració en la funció neuromuscular, dificultant l'acció de la glucogenolisis³⁷. Villegas i Navarro (1991)⁵⁸ comenten que una dieta per a una persona normal ha d'incloure entre 400 – 1000 mg de calci. Per altra banda, afegeixen que en el cas d'un esportista, les pèrdues per suor, conjuntament amb un estat d'acidosis metabòlica i les dietes hiperproteiques poden augmentar la necessitat de la seva ingestió entre 200 – 1000 mg al dia.

Els estudis sobre el consum de calci en les dietes dels esportistes indiquen que normalment aconsegueixen la necessitat diària²⁹, o fins i tot la superen, com va quedar palès entre un grup de jugadors de futbol professional del sexe masculí²². També Bangsbo i cols (1992)³ van trobar en set jugadors de futbol

professional un consum mig diari de 2.283 mg, amb unes dades individuals que oscil·len entre 993 i 4.006 mg, gairebé el doble de la quantitat aconsellada.

Clark i cols (1988)¹² informen que el 33% d'un grup de maratonians d'èlit consumien suplementes de calci. Nielman i cols (1989)⁴³ havien trobat una proporció inferior, de tot just un 7% per a un grup de maratonians que no eren d'èlit.

Erp-Baart i cols (1989)²¹ van realitzar un ampli estudi sobre els hàbits alimentaris d'esportistes de diverses proves de resistència, força i esports d'equip que practiquessin de 1 a 2 hores diàries d'exercici, 5 vegades a la setmana, i van identificar una relació entre el consum energètic i el consum de calci, de manera que si el consum energètic estava comprès entre 10 – 20 Mj/dia, l'esportista tindria garantitzada la quantitat diària necessària de calci. Com a conclusió d'aquest estudi, els autors van proposar l'aplicació d'una fórmula para fer una estimació de la quantitat de calci presa per un esportista en mg, basant-se en la quantitat d'energia consumida en Mj, essent la fórmula proposada: $y = 102,87 \cdot x + 141,38$, en la qual (y) representa la quantitat de calci pres diàriament, y (x) el total d'energia consumida. Aquesta correlació entre el consum energètic i la ingestió de calci també va ser destacada per Seris i cols (1989)⁵² en estudiar l'alimentació de 5 ciclistes durant tot el "Tour de France". Va registrar un consum mig de 3.044 ± 100 mg de calci.

Per altra banda, hi ha estudis que indiquen un desequilibri nutritiu en la dieta realitzada per col·lectius d'esportistes, que originen un dèficit en el consum diari de calci. Per exemple, el treball de Loosli i cols (1986)³², en el qual van identificar una aportació diària de calci del 40% (n= 97) d'un grup de dones gimnastes entre 11 i 17 anys. Això mateix va ser observat per Calabrese i cols (1983)¹⁰ en estudiar els costums alimentaris de 34 ballarines de ballet clàssic.

En una avaluació de l'estat nutricional de 41 esportistes que realitzaven un entrenament intensiu d'aeròbic, es va detectar una carència mitja de 63 mg de calci diari, encara que aquest valor no fos considerat significatiu⁵⁹.

Rucinski (1989)⁵⁰ també va identificar una aportació baixa de calci en estudiar la dieta habitual de patinadors sobre gel, de manera que les dones (n = 23) realitzaven un consum diària inadequat de calci. De la mateixa manera, Perron i Endres (1985)⁴⁷ van observar el mateix en jugadors de voleibol (n = 31). En el cas del futbol, Rico i cols (1992)⁴⁹ van estudiar l'alimentació de la Selecció Nacional de Puerto Rico i van senyalar que el calci era l'únic element deficitari en la dieta.

En proves de perfil aeròbic, com la carrera, també s'han presentat casos on el consum diària de calci estava per sota de l'aconsellat. Per exemple, els estudis de Bergen-Ciro i Short (1992)⁵ van registrar casos en els quals el consum de calci era només del 80% de l'aconsellat. Un altre exemple el trobem en

el treball de Deuster i cols (1986)²⁰ que van estudiar el procediment dietètic de 51 dones participants a les eliminatòries de Marató femení, i van trobar que el 23% no consumia la quantitat diària de calci adequada.

En natació Barrs (1991)⁴ també va detectar errades en la dieta respecte al consum diari de calci en estudiar l'alimentació de 14 nedadores d'un equip universitari durant tres dies.

Actualment, Mateo i cols (1999)³⁵ ha publicat un estudi nutricional sobre un col·lectiu de 84 dones esportistes espanyoles d'elit de diferents especialitats (karate, handbol, bàsquet i corredores), va trobar un consum de calci de $735,5 \pm 254,5$ mg/dia, $678,6 \pm 197,6$ mg/dia, $801,8 \pm 265,8$ mg/dia respectivament. Aquests valors es troben molt per sota de l'aconseïllat: 1.200 mg/dia. En aquest estudi es va observar que el 90,4% de les esportistes presentaven deficiències en el seu consum de calci.

La quantitat de calci perdut per la suor pot, segons Mcardle i cols (1998)³³, ser recuperat mitjançant una dieta equilibrada. Villegas (1998)⁶⁰ informa que sota una temperatura ambient de 40-45 (C i humitat alta i amb una producció de suor de 1,2 l/h, la pèrdua de calci per la suor serà d'entre 0,33 mEq/l i 0,42 mEq/l per hora. En oposició a aquesta afirmació, Shirreffs (1998)⁵⁴, opina que la pèrdua de calci per la suor no ha de preocupar, doncs és mínima.

Brouns i cols (1998)⁷, al controlar l'efecte de diferents solucions líquides després d'un període d'exercici i la seva relació amb l'excreció urinària d'electròlits en 8 ciclistes amb una deshidratació del 2,97 -3,56%, van arribar a la conclusió que la solució carbohidratada amb 1 mg de calci per 100 ml seria suficient per recuperar la pèrdua. Tanmateix, els mateixos autors afirmen que aquest procediment no es prioritari, sempre i quan no s'hagin pres begudes amb cafeïna, ja que la cafeïna produeix una major pèrdua de calci a través de l'orina.

Bucci (1996)⁸ informa que no s'han trobat evidències de que l'ús de calci com recurs erogènic tingui un efecte positiu. Wolinsky i cols (1996)⁶⁴ recolzen les observacions de Heany (1982) en les quals afirma que en atletes amenorreiques pot existir una més gran necessitat de calci, per compensar el baix índex d'estrògens.

2.4 El calci en les begudes de reposició hidroelectrolítica

La presència de calci en les solucions hidratants no és freqüent en les begudes de hidratació per a esportistes. De manera general, els estudis publicats sobre la conveniència de la seva presència en els esmentats productes no ho recomanen. Així ho troben, per exemple, en una revisió sobre el tema publicada per Gisolfi i Duchman (1992)²⁵.

Lamb i Brodowicz (1986)³¹ comenten que no està clar que la presència del calci en les solucions pre-competitives ajuden a

millorar el control del volum plasmàtic, ni tampoc a minimitzar l'augment de la temperatura durant l'exercici.

En el quadre 1 s'exposen alguns dels productes de reposició hidroelectrolítica que es comercialitzen en el mercat espanyol i el seu contingut en calci.

Quadre 1 Quantitat de calci en les begudes de reposició electroliques

Begudes de Reposició Hidroelectrolítica	Quantitat de Calci en (mg) per 100 ml
Isostar®	1
Aquarius®	0,8
Isogold®	0,8
Bio-Solan®	14

Font: Taula de composició dels productes

3. CLORUR

El clorur és un important electròlit i participa, pràcticament, en les mateixes funcions que el sodi. Ambdós presenten una íntima relació química que contribueix al manteniment de l'equilibri osmòtic.

Pivarnik i Palmer (1996)⁴⁸ afirmen que la concentració normal de clorur en el sèrum és de 103 mmol/l, i en la suor és de 30-50 mmol/l. Segons Shirreffs i Maugham (1997)³³, el clorur plasmàtic present en la suor té com a rang de normalitat entre 31,6 - 70,4 mmol/l. Tanmateix, s'han trobat valors màxims de 100 mmol/l i mínims de 10 mmol/l³⁵.

En ser la suor una solució hipotònica, existeix una tendència a augmentar el nivell de Cl en el plasma¹⁷. No obstant, en alguns casos, com succeeix en les proves d'ultraresistència en la quals els esportistes poden perdre quantitats significatives d'electròlits per la suor, pot produir-se una reducció dels seus nivells en el plasma⁴⁴.

Els resultats de les investigacions sobre el comportament del clorur sanguini difereixen i apunten a tres tipus de respostes: o no succeeix cap modificació en les seves concentracions plasmàtiques, o bé s'observen augments o bé disminucions. Aquesta disparitat de resultats es deu a què el comportament del clorur sanguini depèn de diversos factors que intervenen durant l'activitat i que poden interferir en ell.

A continuació, exposarem alguns exemples d'investigacions sobre el comportament del clorur durant l'exercici.

3.1. Augment de les tasses de clorur durant l'activitat física

Costill i Fink (1974)¹⁵, al controlar un conjunt de paràmetres sanguinis durant un exercici continuat de 2 hores realitzat per 6 homes en condicions ambientals de 22,2° C i 40-50 %

d'humitat, van trobar un augment de la concentració de clorur plasmàtic en comparació amb els valors de repòs ($100 \pm 1,3$ mmol/l); quan els subjectes estaven deshidratats al 2% ($105,3 \pm 1,2$ mmol/l), i al 4% de deshidratació ($107 \pm$ mmol/l). Aquestes diferències no poden considerar-se estadísticament significatives.

Més tard, Costill i cols (1976)¹⁷ van obtenir resultats similar en un estudi realitzat amb 8 homes sans als que se'ls hi va provocar una deshidratació a tres nivells (2%, 4% i 6% del pes corporal). Les concentracions de clorur plasmàtic observades van ser de 105 ± 1 mmol/l per a la primera pèrdua de pes i 106 ± 1 mmol/l per als altres dos; aquests valors van ser superiors al mesurats en situació de repòs. En el mateix estudi, els valors en la suor van ser de $53,3 \pm 5,7$ mmol/l amb el 2% de pèrdua de pes corporal, $51,1 \pm 5,6$ mmol/l amb el 4% de deshidratació i $32,2 \pm$ mmol/l amb el 6% de deshidratació, observant-se una tendència a la disminució de la concentració de clorur en la suor. Tanmateix, Zamora i cols (1992)⁶¹ després d'una prova de marató, van observar un lleuger augment d'1 mmol/l.

González-Alonso i cols (1992)²⁷, en analitzar l'acció del clorur sanguini en 16 homes que van fer un exercici de 2 hores de durada en un ambient tèrmicament neutre ($21^\circ\text{C} - 60\%$ d'humitat) a una intensitat d'entre 60-80% del $\text{VO}_{2\text{màx}}$, van trobar un augment en la concentració sanguínia del clorur de 2 mmol/l, considerada estadísticament significativa ($p < 0,05$). Per altra banda, segons els mateixos autors, durant el procés de recuperació, que va durar 2 hores, es van fer servir tres tipus de solució (a) aigua; (b) Diet Cola; (c) Gatorade i no es van observar diferències significatives pel que fa al comportament del clorur en els procediments de recuperació.

Per últim, s'ha de destacar l'informe de Mateo i cols (1999)³⁵ sobre el nivell de clorur sanguini enregistrat en jugadors ($n = 20$) de handbol, que va ser de $143,7 \pm$, el que s'explcaria per un possible quadre de deshidratació crònica degut a una aportació de líquids inadequats durant el període d'entrenament.

3.2. Manteniment de les tasses de clorur durant l'activitat física

Durant una investigació en una volta ciclista de 4 dies, amb un total de 500 km de recorregut, es van monitoritzar un conjunt de paràmetres sanguinis en 15 ciclistes, entre ells el clorur. Els valors de clorur en el plasma no van patir cap alteració: abans i després de la competició eren de 108 mmol/l³⁷.

En analitzar les concentracions de clorur plasmàtic en un grup de corredors durant una competició de marató, Nelson i cols (1989)⁴² no van trobar diferències estadísticament significatives entre el valor de repòs i el mesurat al final de la prova.

En fer un estudi comparatiu entre els procediments d'hi-

dratació amb aigua (a) i (b) solució carbohidratada (5% polímer de glucosa, 2% fructosa, 8 mmol/l sodi, 5 mmol/l potassi, 250 mosmo/l), Criswell i cols (1992)¹⁹ no van observar cap diferència en el comportament del clorur durant 2 hores d'exercici continuat en bicicleta ergomètrica en 6 ciclistes entrenats, a una intensitat de 65% $\text{VO}_{2\text{màx}}$, a temperatura ambient de $29-30^\circ\text{C}$ i una humitat del 58-60%. Seguint aquesta línia d'observació, Millard-Stafford i cols (1992)³⁸ tampoc van registrar canvis en el clorur plasmàtic de 8 homes abans i després de la realització d'una carrera de 40 km, que havien begut un placebo o una solució carbohidratada electrolítica al 7% durant la prova.

Walsh i cols (1994)⁶² van observar variacions en el clorur després de 60 minuts d'exercici continuat en 6 homes a una intensitat del 70% de la $\text{VO}_{2\text{màx}}$, i sotmesos a unes condicions ambientals de 32°C i al 60% d'humitat, al comparar dos procediments d'hidratació: (a) sense fluids, (b) solució amb 20 mmol/l NaCl. Els resultats de la suor van ser de $108,6 \pm 46,8$ mmol/l en el primer cas i de $109,9 \pm 75$ mmol/l a l'utilitzar fluids durant la hidratació. En el plasma, els valors van ser de $107 \pm 2,8$ mmol/l sense reposició de fluids i $107 \pm 2,1$ mmol/l amb reposició. A partir d'aquests resultats, Cipolla i cols (1995)¹¹ van arribar a la conclusió que els valors de clorur en el plasma no pateixen alteracions, no tampoc les pateixen a través de la suor.

3.3 Disminució dels nivells de clorur durant l'activitat física

Applegate (1989)² comenta que durant les proves d'ultraresistència existeix una tendència a la disminució dels nivells de clorur en el plasma. Aquest fet va ser comprovat fa poc per Gatmann i cols (1998)²⁴ en analitzar l'acció del clorur en 9 participants d'una ultratriatló (7,5 km de natació, 360 km de ciclisme i 85 km de carrera). Van trobar valors inicials de $101 \pm 1,6$ mmol/l i al final de 97 ± 4 mmol/l, considerant-se la diferència estadísticament significativa. Una disminució de la concentració de clorur en el plasma pot aguditzar-se després d'un període d'exercici si només es pren aigua sense electrolits. Aquest procés és similar al que produeix la hiponatremia.

Frizzel i cols (1986)²³ explica el cas de 2 maratonians que després de córrer 100 i 80 km respectivament, i havent ingerit, el primer, aproximadament 20 litres (120 ml de solució amb glucosa i electrolits, més de 120 ml de cola per estació) i el segon 24 litres (120 ml d'aigua y 120 ml d'una solució de glucosa i electrolits) van presentar valors de clorur plasmàtic de 83 i 91 mmol/l.

La preocupació per reposar el Cl⁻ haurà de ser més gran quan hi hagi una pèrdua de 2 litres de suor, o en els casos en els quals l'esportista pateixi una gran pèrdua de suor de forma continuada, especialment sinó està aclimatat⁸.

La quantitat de clorur en la suor pot ser de 137 mmol/l, de manera que una pèrdua de 5,8% del pes corporal d'aigua per producció de suor suposarà una reducció d'entre el 5 i el 7% del contingut de Cl⁻ de l'organisme¹⁸.

3.3. Ingestió del clorur en els esportistes

Mateo i cols (1999)³⁵ a l'estudiar el comportament nutricional de 84 dones esportistes d'èlit, en les especialitats de karate, judo, handbol i curses, van trobar que el consum de clorur va ser de 1251,8 ± 509,9 mg/dia per al grup de karate, 1566,9 ± 539,3 mg/dia per al grup de handbol, 1545,4 ± 810,8 mg/dia per al grup de bàsquet i 1338,9 ± 687 per a les corredores; aquests valors són superior a la recomanació dietètica de 750 mg/dia proposada per NRC (1989)⁴¹.

3.4. El clorur a les begudes de reposició hidroelectrolítiques

Maugham (1992)³⁶ qüestiona la presència de clorur en les solucions rehidratants per què considera al sodi com l'únic mineral necessari per a la seva formulació. Més actualment, Burke i Hawley (1997)⁹ també qüestionen la seva presència quan l'exercici realitzat correspon a modalitats de jocs col·lectius. Per a aquests autors, les pèrdues líquides en aquestes modalitats no arriben a ser superiors al 3% del pes corporal i, per tant, les pèrdues d'electròlit en aquests percentatges són inapreciables.

En l'estudi clàssic de Costill i Saltin (1974)¹⁶, es va demostrar l'importància de l'inclusió d'electròlits, entre ells el clorur, en les solucions hidratants per a esportistes. En aquesta investigació, els autors van comprovar que quan la solució contenia electròlits els seus nivells correctes en el plasma es mantien. Tanmateix, si s'ingeria només aigua, això no passava; més encara, es produïa una dilució dels electròlits en el plasma.

Gisolfi i Duchman (1992)²⁵ proposen la presència de clorur en les solucions hidratants per a aquelles activitats d'un temps superior als 60 minuts d'exercici, per afavorir l'absorció de líquids. Segons aquests mateixos autors, la concentració de la solució ha de contenir de 10 a 20 mmol/l per a proves d'entre 1 i 3 hores de durada, encara que per a activitats amb un temps superior a les 3 hores, la concentració ideal ha d'ésser entre 20 – 30 mmol/l. Durant el període de recuperació, després de finalitzar l'exercici, la quantitat de clorur ha d'augmentar fins a 30 – 40 mmol/l. La inclusió del clorur en les fórmules de composició d'una solució rehidratant és fortament defensada per Gisolfi (1994)²⁶ per considerar que el clorur accelera el transport intestinal d'aigua i sodi.

Sobre el tema d'incloure o no el clorur a les solucions hidratants per a esportistes, Noakes (1993)⁴⁵ afirma que la seva presència és necessària i fonamental, doncs restableix més ràpi-

dament la seva presència en el mitjà extracel·lular, a més a més de millorar el volum plasmàtic. En aquest mateix sentit, Sawka i cols (1998)⁵¹ també considera prioritària la reposició de clorur. Murray (1998)⁴⁰ opina que la seva presència en begudes de reposició hidroelectrolítiques és un element preventiu de rampes musculars.

A vegades, s'utilitza el procediment de consumir tauletes de sal (NaCl) per reposar el clorur. Això pot causar desequilibris osmòtics que, al mateix temps, dificulten la pèrdua de calor; si a aquest fet li afegim un ambient calorós, pot donar lloc a un cop de calor. L'ús de tauletes de sal normalment es desaconsella als esportistes perquè dificulta la velocitat d'hidratació.

En el quadre 2, s'exposen algunes begudes de reposició hidroelectrolítiques comercialitzades a Espanya i el seu contingut de clorur.

Quadre II Quantitat de clorur de les begudes de reposició electrofítiques

Beguda de Reposició Hidroelectrolítica	Cantitat de Calci en (mg) per 100 ml
Gatorade®	39
Isostar®	30
Aquarius®	24
Energade®	41,5
Isogold®	3,7

Font: Taula de composició dels productes

4. CONCLUSIONS

Preneu com a base les dades presentades en aquest article, es pot establir com a conclusions:

- Són pocs els casos de valors del calci plasmàtic fora del rang de normalitat, durant un període d'exercici. Tanmateix, van ser registrats casos d'hiper i hipocalcèmia en els esportistes.
- De forma general, els estudis sobre el consum diari de calci i de clorur assenyalen que normalment s'ingereixen de forma adient, amb les necessitats dels esportistes, principalment quan l'alimentació es troba equilibrada.
- Un gran volum de suor produït, augmenta la quantitat diària de calci i de clorur a la dieta.
- No hi ha un consens sobre la necessitat de la presència de calci a les begudes hidroelectrolítiques que s'ofereixen a l'esportista, si tenen un consum diari en nivells acceptables.
- Les respostes plasmàtiques del clorur davant l'exercici dependran d'un conjunt de factors associats, com el temps

d'exercici, la concentració inicial de clorur en el plasma, el consum diari i el tipus de reposició hídrica realitzada durant l'activitat física. Tant es van observar respostes antagòniques d'augment o disminució en els valors plasmàtics com també alguna alteració. Per tant, és necessari tenir en compte els factors associats que poden interferir en el seu comportament.

- El consum diari de clorur normalment és adient amb les necessitats mínimes dels esportistes.
- La presència del clorur en les solucions hidratants per a esportistes no és tan clara com en el cas del sodi, però existeix una tendència a considerar la seva presència, com un element positiu per a un adient equilibri osmòtic corporal.

Bibliografia

1. AMAT O. *Nutrición, salud y rendimiento deportivo*. (2º ed). Barcelona: Espaxs; 1998.
2. APPLGATE L. Nutritional consideration for triathletes. *Medicine and Science and Sports Exercise* 1989; 21 (Supl): 205 - 208.
3. BANGSBO J, NORREGAARD J, THORSE F. The effect of carbohydrate diet on intermittent exercise performance. *International Journal Sports Medicine*. 1992; 13 (2): 152 - 157.
4. BARRS S. Relationship of eating attitudes to anthropometric variables and dietary intakes of female collegiate swimmers. *J. Am. Diet. Assoc.* 1991; 91: 976.
5. BERGEN-CIRO D, SHORT S. Dietary intake, energy expenditure, and anthropometric characteristics of adolescent female cross-country runners. *J. Am. Diet. Assoc.* 1992; 92: 611.
6. BROUNS F. Heat - sweat - dehydration - rehydration: a praxis oriented approach. In: WILLIAMS C, DEVLIN J., editores. *Foods, nutrition and sports performance*. London: E& FN SPON; 1994. p.179 - 188.
7. BROUNS F, KOVACS M, SENDEN J. The effect of different rehydration drinks on post-exercise electrolyte excretion in trained athletes. *International Journal Sports Medicine*. 1998; 19: 56 - 60.
8. BUCCI L. Auxílios ergogênicos nutricionais. In: WOLINSKY I, HICKSON J. editores. *Nutrição no exercício e no esporte*. Sao Paulo: Roca; 1996.
9. BURKE L, HAWLEY J. Fluid balance in team sports - Guidelines for optimal practices. *Sports Medicine* 1997; 24 (1): 38 - 54.
10. CALABRESE L, KIRKENDALL D, FLOYD M, RAPOPORT S, WILLIAMS G, WEIKER G, BERGER F. Menstrual abnormalities, nutritional patterns, and body composition in female classical ballet dancers. *Phys. Sportsmed.* 1983; 11: 86.
11. CIPOLLA M, RICCIARDI L, PATRINI C. Equilibrio hídrico salínico en el deporte II. Los electrolitos, la reserva alcalina y las vitaminas. *Archivos de Medicina del Deporte* 1995; xii (45): 53 - 61.
12. CLARK N, NELSON M, EVANS W. Nutrition education for elite female runners. *Phys Sportsmedicine*. 1988; 16 (2): 1254.
13. CLARKSON P, HAYMES E. Exercise and mineral status of athletes: calcium, magnesium, phosphorus and iron. *Medicine and Science and Sports Exercise*. 1995; 27 (6): 831 - 843.
14. CORTES C, KREIDER R, DRINKARD B, DREWS T, LASTER C, SOMNA C, WOODHOUSE L, SHALL L. Electrolyte levels during repeated ultraendurance cycling. (Abstract). *Medicine and Science and Sports Exercise*. 1990; 22 (Supl): 43
15. COSTILL D, FINK W. Plasma volume changes following exercise and thermal dehydration. *Journal Applied Physiology* 1974; 37 (4): 521 - 525.
16. COSTILL D, SALTIN B. Factores limiting gastric emptying during rest and exercise. *Journal Applied Physiology* 1974; 37 (5): 679 - 683.
17. COSTILL D, COTÉ R, FINK W. Muscle water and electrolyte following varied levels of dehydration in man. *Journal Applied Physiology* 1976; 40 (1): 6 - 11
18. COSTILL D. Nutrición y dietética. In: DIRIX A, KNUTTGEN H, TITTEL K. editores. *Libro Olímpico de la Medicina Deportiva*. Barcelona: Doyma; 1988.
19. CRISWELL D, RENSCHLER K, POWERS S, TULLEY R, CICALLE M, WHEELER K. Fluid replacement beverages and maintenance of plasma volume during exercise: role of aldosterone and vasopressin. *European Journal of Applied Physiology*. 1992; 65: 445 - 451.
20. DEUSTER P, KYLE S, MOSER, P, VIGERSKY R, SINGH A, SCHOOMKER E. Nutritional survey of highly trained women runners. *J. Am. Diet. Assoc.* 1986; 44: 954.
21. ERP-BAART A, SARIS W, BINKHORST R, VOS J, ELVERS W. National wide survey on nutritional habits in athletes. Part II. Mineral and vitamin intake. *International Journal Sports Medicine*. 1989; 10 (Supl) 11 - 16.
22. FOGELHOLM M. Vitamins, minerals and supplementation in soccer. *Journal of Sports Sciences*. 1994; 12 (Supl) 23 - 27.
23. FRIZZEL R, LANG G, LOWANCE D, LATHAN S. Hyponatremia and ultramarathon running. *Journal of the American Medical Association*. 1986; 255: 772 - 774.
24. GASTMANN U, DIMEO F, HUONKER M, BÖCKER J, STEINACKER, JM, PETERSEN KG, WIELAND H, KEUL J, LEHMANN M. Ultra-triathlon-related blood-chemical and endocrinological responses in nine athletes. *Journal Sports Medicine Phys Fitness*. 1998; 38: 18 - 23.
25. GISOLFI C, DUCHMAN S. - Guideline for optimal replacement beverages for different athletic event. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1992; 24 (6): 679 - 687.
26. GISOLFI C. Ejercicio, absorción intestinal y rehidratación del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte* 1994; x (42): 195 - 200.
27. GONZALEZ-ALONSO J, HEAPS C, COYLE E. Rehydration after exercise with common beverage and water. *International Journal Sports Medicine* 1992; 13 (5): 339 - 406.

28. GUYTON A. *Tratado de fisiología Médica* (8ª ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1992.
29. HAYMES EM. Vitamin and mineral supplementation to athletes. *International Journal of Sports Nutrition*. 1991; 1: 146 - 169.
30. KREIDER R. Physiological considerations of ultraendurance performance. *International Journal Sports Nutrition*. 1991; V.1 : 3 - 27
31. LAMB D, BRODOWICZ G. Optimal use of fluid of varying formulation to minimise exercise-induced disturbance in homeostasis. *Sports Medicine*. 1986; 3: 247 - 274.
32. LOOSKI A, BENSON J, GILLIEN D, BOURDET K. Nutrition habits and knowledge in ompetitive adolescent female gymnasts. *Phys. Sportsmed.*, 1986; 14: 118
33. McARDLE W, KATCH F, KATCH V. *Fisiología do exercício: Energia, nutrição e desempenho humano*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
34. MATEO R, LAÍNEZ M, MANSO J, LARIO M, SORIA A. Efectos de una carrera de maratón sobre los parámetros hematológicos, minerales y elementos traza. *Archivos de Medicina del Deporte*, 1993; 10 (40): 413 - 420.
35. MATEO R, LAÍNEZ M, ROBINSON M, OLTRA M. Estudio nutricional en mujeres deportistas de elite (I). Energía, principios inmediatos y macrominerales. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1999; xvi (69): 15 - 27.
36. MAUGHAN R. Fluid balance and exercise. *International Journal Sports Medicine* 1992; 13 (Supl. 1): 132 -135.
37. MENA P, MAYNAR M, GUTIERREZ J, CAMPILLO J. Fisiología metabólica de la Vuelta Ciclistica a Extremadura. *Archivos de Medicina del Deporte* 1988; 5 (18): 233 - 236.
38. MILLARD-STAFFORD M, SPARLING P, ROSSKOPF L, DICARLO L. Carbohydrate-electrolyte replacement improves distance running performance in heat. *Medicine and Science and Sports Exercise* 1992; 24 (8): 934 - 940.
39. MONTE A, DRAGON I. Pruebas y parámetros fisiológicos, médicos biomecánicos y bioquímicos. In: DIRIX A, KNUTTGEN H, TITTEL K. *Libro olímpico de la Medicina Deportiva*. Barcelona: Doyma; 1988
40. MURRAY R. Rehydration strategies - balancing substrate, fluid, and electrolyte provision. *International Journal Sports Medicine* 1998; 19 (Supl): 133 - 135.
41. NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Recommend dietary allowances 10ª ed.* Washington D.C.: National Academy Press; 1989.
42. NELSON P, ELLIS D, FU F, BLOOM M, O'MALLEY A. Fluid and electrolyte balance during a cool weather marathon. *American Journal Sports Medicine* 1989; 17: 770 - 772.
43. NIELMAN D, GATES J, BUTLER J, POLLET L, DIETRICH S, LUTZ R. Supplement patterns in marathon runners. *Journal American Diet Association*. 1989; 89: 1615 - 1619
44. NOAKES T, NORMAN R, BUCK R, GODLONTON J, STEVENSON K, PITTAWAG D. The incidence of hyponatremia during prolonged ultraendurance exercise. *Medicine and Science and Sports Exercise*, 1990; 22: 165.
45. NOAKES T. Fluid replacement during exercise. *Exercise and Sports Sciences Reviews*. 1993; 21: 297 - 329.
46. PARDO E, VAZQUEZ C. *Nomenclator de Laboratório Clínico*. Madrid: Interamericana McGRAW - Hill; 1995.
47. PERRON M, ENDRES J. Knowledge attitudes, and dietary practices of female athletes. *J. Am. Diet. Assoc.* 1985; 85: 583.
48. PIVARNICK J, PALMER R. Balanço hidroeletrólítico durante o repouso e o exercício. In: WOLINSKY I, HICKSON J. editores *Nutrição no exercício e no esporte*. Sao Paulo: Roca; 1996
49. RICO J, FRONTERA W, RIVERA M, MOLE P, MEREDITH C. Nutritional habits and body composition of elite soccer players. *Medicine and Science and Sports Exercise.*, 1992; 24 (Supl) 288.
50. RUCINSKI A. Relationship of body image and dietary intake of competitive ice skaters. *J. Am. Diet. Assoc.* 1989; 89: 98.
51. SAWKA M, LATZKA W, MATTOT R, MONTAIN S. Hydration effects on temperature regulation. *International Journal Sports Medicine*. 1998; 19 (Supl) 108 - 110.
52. SERIS W, ERP-BAART A, BROUNS F, WESTERTERP K, HORR F. Study on food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise The Tour de France. *International Journal Sports Medicine*. 1989; 10 (Supl): 26 - 31.
53. SHIRREFFS S, MAUGHAN R. Whole body sweat collection in humans: an improved method with preliminary data on electrolyte content. *Journal Applied Physiology*. 1997; 82 (1): 336 - 341.
54. SHIRREFFS S. Effects of ingestion of carbohydrate electrolyte solution on exercise performance. *International Journal Sports Medicine*. 1998; 19: 117 - 120.
55. VERDE T, SHEPHARD R, COREY P, MOORE R. Sweat composition in exercise and in heat. *Journal Applied Physiology*. 1982; 53 (6): 1540 - 1545.
56. VICENTE J. Valoración nutricional del deportista. In: GALLEGO J, VICENTE, J. editores. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Editorial Sintesis; 1998.
57. VERDÚ J. Minerales y ejercicio físico. In: GALLEGO J, VICENTE J. editores. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Editorial Sintesis; 1998.
58. VILLEGAS J, ZAMORA S. Necesidades nutricionales en deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte*. 1991; viii (30): 169 - 179.
59. VILLEGAS J. *Estudio de un método de evaluación del estado nutritivo en deportistas sometidos a un intenso entrenamiento aeróbico*. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina, Universidad de Murcia; 1995.
60. VILLEGAS J. Alimentación en deportes de alto rendimiento. In: GALLEGO, J. y VICENTE, J. editores. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Editorial Sintesis; 1998.
61. ZAMORA S, SÁNCHEZ F, GIL A, ANTONIO J. Nutrición e dietética en la actividad física. In: GALLEGO, J. editor. *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Madrid: McGRAW-HILL; 1992.
62. WALSH R, NOAKES T, HAWLEY J, DENNIS S. Impaired high-intensity cycling performance time at now levels of dehydration. *International Journal Sports Medicine* 1994; 15 (7): 392 - 398.
63. WILMORE J, COSTILL D. *Physiology of sports and exercise*. Champaign. Human Kinetics; 1994.
64. WOLINSKY I, HICKSON J, ARNAUD S. Ossos e calcio no exercício e no esporte. In: WOLINSKY I, HICKSON J. editores. *Nutrição no exercício e no esporte*. Sao Paulo: Roca; 1996