

Variación del calcio y cloruro plasmáticos durante el ejercicio físico: factores asociados

MS JOAO CARLOS MARINS

Prof. Titular en la Universidad Federal de Viçosa – MG – Brasil
Alumno del Curso de Doctorado Bases Fisiológicas de la Nutrición
Universidad de Murcia

DR. ESTÉLIO HENRIQUE DANTAS

Prof. Titular en la Universidad Castelo Branco – RJ - Brasil

DR. SALVADOR ZAMORA NAVARRO
Universidad de Murcia.

Prof. Catedrático en la Universidad de Murcia

CORRESPONDENCIA:

Universidad de Murcia. Facultad de Biología
 Departamento de Fisiología y Farmacología
 Campus Espinardo
 Joao Carlos Marins
 30.100 – MURCIA – España

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

Apoyo: CAPES – GOBIERNO BRASILEÑO

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

RESUMEN. Los estudios sobre los electrólitos relacionados con la hidratación, normalmente enfatizan en el sodio y el potasio. Sin embargo, el calcio y el cloruro, también son minerales que desarrollan importantes funciones en el equilibrio plasmático y en la regulación de la contracción muscular. Durante el ejercicio físico, la producción de grandes cantidades de sudor, podrá imponer una constante pérdida de estos minerales ya que están presentes en este fluido. Este artículo pretende presentar las variaciones plasmáticas del calcio y cloruro durante el ejercicio físico, además de algunos estudios al respecto de su consumo por parte de los deportistas, así como la presencia de estos minerales en las bebidas hidroelectrolíticas.

PALABRAS CLAVE: Calcio – Cloruro - Electrólitos.

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.

1. INTRODUCCION

En el deporte de alto rendimiento, se hace necesario un estudio metódico sobre las influencias que el ejercicio supone sobre las adaptaciones fisiológicas. Se trata de pequeños detalles que, pueden establecer la diferencia entre un ganador o campeón, en relación a sus adversarios.

En este contexto se sabe que el ejercicio de larga duración puede provocar un cuadro de deshidratación, que a su vez puede alterar el equilibrio electrolítico. La producción de grandes cantidades de sudor de forma crónica o aguda puede desencadenar desequilibrios en los electrolitos, que a su vez pueden, provocar un perjuicio a la calidad del entrenamiento o en el rendimiento en la competición.

El sudor es una solución hipotónica, pero aún así puede ser responsable de alteraciones electrolíticas importantes. En relación al sodio existen informes de respuestas opuestas como un cuadro de hipernatremia o hiponatremia, siendo posible también la eunatremia. En relación al potasio los resultados más consistentes indican un cuadro de hipercalemia. Sin embargo, el calcio y el cloruro, también desarrollan importantes funciones en el equilibrio osmótico plasmático además de su papel en la regulación de la contracción muscular, pero normalmente no son considerados con la importancia que se da al sodio y potasio.

Cuando hay una gran producción de sudor la recomendación, en general, es que se consuman líquidos que contengan electrolitos, pero en pocas ocasiones se discute qué tipo y qué cantidad de electrolitos adecuados deben reponerse.

El objetivo de este artículo es de presentar las respuestas plasmáticas del calcio y cloruro, durante el ejercicio físico, además de algunos estudios a respecto de su consumo por parte de los deportistas, así como la presencia de estos minerales en las bebidas hidroelectrolíticas

2. CALCIO

El análisis de la calcemia sanguínea es un procedimiento importante para la valoración nutricional del deportista⁵⁶. Para AMAT (1998)¹, el calcio se encuentra entre los electrolitos de mayor importancia relacionados con la actividad física, por su papel en el control y gobierno de un conjunto de funciones tales como la transmisión nerviosa y la contracción muscular, así como para el metabolismo energético del músculo. El mismo autor destaca también otras funciones en las que el calcio se ve implicado, su acción junto a las hormonas catecolamina, insulina y hormona del tiroides; su intervención en la coagulación de la sangre y por último, como elemento estructural básico del esqueleto. MONTE y DRAGAN, (1988)³⁹ también recomiendan su control periódico, especialmente en deportistas sometidos a actividades de larga duración.

El calcio presente en el plasma sanguíneo se encuentra en tres formas distintas. La conocida como "proteinato de calcio" es

la porción de calcio asociado a las proteínas plasmáticas, representa el 40% del calcio plasmático. Otra forma es la del calcio que difunde por la membrana, pero que está asociado a otras sustancias tanto en el plasma como en los líquidos intersticiales. Compone el 10% del calcio plasmático. Por último, representando el 50% del calcio plasmático está el calcio iónico (Ca^{++}) que difunde por la membrana capilar y es ionizado.

Los valores de normalidad del calcio en suero son de 2,2 – 2,5 mmol/l¹³. En el sudor los valores de normalidad, según BROUNS (1994)⁶, son de 1 mmol/l. Por otra parte el calcio presente en el sudor tiene como rango de normalidad de 0 – 2,9 mmol/l, según SHIRREFFS y MAUGHAM, (1997)⁵³. Sin embargo, hay registros de valores máximos de 6,2 mmol/l⁵⁵.

Dada la importancia fisiológica del calcio y el gran número de funciones en que se ve implicado, este elemento está muy bien regulado por dos hormonas y una vitamina (paratormona, calcitonina y vitamina D) por lo que sus niveles plasmáticos no varían fácilmente. Ello se puede entender además si pensamos que el esqueleto es una magnífica reserva de calcio, por ello es aquí donde se debe esperar los problemas más importantes, la osteoporosis.

2.1. Hipercalemia

Los valores considerados indicadores de hipercalemia son los superiores a los 2,5 mmol/l¹³. Una situación de hipercalemia desencadena un proceso de depresión del sistema nervioso de manera que las respuestas reflejas del S.N.C. se hacen más lentas. Una disminución del intervalo QT en el corazón puede señalar una situación de hipercalemia. La falta de apetito también puede ser un síntoma de hipercalemia²⁸.

En situaciones patológicas como el hiperparatiroidismo primario y terciario o enfermedades malignas, con o sin deterioro óseo, puede desarrollar este cuadro⁴⁶. Sin embargo, la hipercalemia es muy poco habitual en el deportista de élite.

Haciendo una comparación entre los niveles de calcio plasmático antes y después de una prueba de maratón en 9 corredores, MATEO y cols, (1993)³⁴ encontraron diferencias significativas entre los resultados ($p < 0,01$), de forma que antes de la carrera el valor de Ca^{++} correspondía a $2,4 \pm 0,03$ mmol/l y al final a $2,56 \pm 0,08$ mmol/l.

La comparación entre los valores de calcio plasmático de 9 participantes de una prueba de ultramaratón (7,5 Km. De natación; 360 Km de ciclismo; 85 Km de carrera) antes y después de su realización ($2,32 \pm 0,17$ mmol/l y $2,39 \pm 0,13$ mmol/l respectivamente) no mostraron diferencias estadísticamente significativas²⁴. En esta línea CRISWELL y cols, (1992)¹⁹ también obtuvieron resultados semejantes en 6 ciclistas, tras 2 horas de ejercicio en bicicleta ergométrica, sometidos a un trabajo del 65% VO_{2max} y con dos procedimientos de hidratación (agua vs Exced). KLEIDER, (1991)³⁰ observó que el calcio sanguíneo normalmente se mantiene constante, a costa de la reserva ósea que puede ser utilizada.

2.2. Hipocalcemia

Se considera que existe una situación de hipocalcemia cuando los valores de calcio plasmáticos son inferiores a los 2,2 mmol/l³⁵. Cuando los valores de calcio iónico (Ca⁺⁺) llegan al 50% del valor considerado normal, se desarrollan algunas señales típicas de esta situación, por ejemplo la aparición de tetania. Esto ocurre debido a una mayor excitación del sistema nervioso, a causa de un aumento en la permeabilidad de la membrana neuronal a los iones de sodio, facilitando así los potenciales de acción. Es posible observar cuadros de convulsiones, existiendo riesgo para la vida en valores cercanos a los 1,02 mmol/l³⁶.

Casos patológicos de hipoparatiroidismo idiopático, insuficiencia renal crónica, déficit de vitamina D o magnesio y transfusiones sanguíneas masivas, entre otras causas, pueden causar un cuadro de hipocalcemia³⁶, pero normalmente no tiene relación con la práctica de actividades físicas.

Sin embargo CORTES y cols, (1990)³⁴ observaron una disminución de los valores de calcio plasmático después de un período de 4 días continuos de entrenamiento realizados por un grupo de ciclistas.

2.3. Ingestión de Calcio en los deportistas

El consumo diario de calcio recomendado entre los 11 y 24 años de edad es de 1.200 mg según la propuesta de "National Research Council, 1989"⁴¹.

No son frecuentes los casos de deficiencia de calcio en deportistas, pues aun no existiendo un consumo adecuado de este mineral, el organismo tiene en el tejido óseo una gran reserva de este mineral que puede ser utilizado⁴². Sin embargo, se puede recurrir a esta reserva de calcio toda vez que su ingestión no sea la adecuada. Pero esto, no es recomendable pues modifica la dinámica metabólica ideal del calcio, favoreciéndose la vía catabólica de este mineral.

Una gran cantidad de sudor podrá disminuir los niveles de calcio plasmático, lo que puede producir calambres musculares debido a una deficiente liberación de este mineral por parte del retículo sarcoplasmático, lo que a su vez puede originar una alteración en la función neuromuscular, dificultando la acción de glucogenolisis³⁷. VILLEGAS y NAVARRO (1991)³⁸ comentan que una dieta para una persona normal deberá contener entre 400 – 1000 mg de calcio. Por otra parte añaden que en el caso de un deportista, las pérdidas de calcio por el sudor, junto con un estado de acidosis metabólica y las dietas hiperproteicas pueden aumentar la necesidad de su ingestión entre 200 – 1000 mg día.

Los estudios sobre el consumo de calcio en las dietas de los deportistas indican que normalmente cumplen con la necesidad diaria³⁹, o incluso la sobrepasan, como fue evidenciado en un grupo de jugadores de fútbol del sexo masculino²². Igualmente BANGSBO y cols (1992)³ encontraron en siete jugadores de fútbol profesional un consumo medio diario de 2.283 mg, con los

datos individuales oscilando entre 993 y 4.006 mg, casi el doble del recomendado.

CLARK y cols (1988)¹² informan que el 33% de un grupo de maratonianos de élite consumía suplementos de calcio. NIELMAN y cols, (1989)³⁴ habían encontrado una proporción inferior, de apenas el 7% para un grupo de maratonianos que no eran de élite.

ERP-BAART y cols (1989)³² realizaron un amplio estudio sobre los hábitos alimenticios de deportistas de varias pruebas de resistencia, fuerza y deportes de equipo que realizasen entre 1 a 2 horas de ejercicio diario, 5 veces por semana, e identificaron una relación entre el consumo energético y el consumo de calcio, de forma que si el consumo energético estaba comprendido entre 10 – 20 Mj/día, el deportista tendría garantizada la cantidad de calcio necesaria. Como conclusión de este estudio, los autores propusieron el empleo de una fórmula para hacer una estimación de la cantidad de calcio ingerida por un deportista en mg, basándose en la cantidad de energía consumida en Mj, siendo la fórmula propuesta: $y = 102,87 \cdot x + 141,38$, en la que (y) representa la cantidad de calcio consumido diariamente, y (x) el total de energía consumida. Esta correlación entre el consumo energético y la ingestión de calcio también fue destacada por SERIS y cols (1989)³² al estudiar la alimentación de 5 ciclistas durante todo el "Tour de France". Registró un consumo medio de 3.044 ± 100 mg de calcio.

Hay, por otro lado, estudios que indican un desequilibrio nutricional en la dieta realizada por colectivos de deportistas, que originan un déficit en el consumo diario de calcio. Por ejemplo, el trabajo de LOOSKI y cols (1986)⁴³, en el que identificaron un aporte inadecuado de calcio del 40% (n = 97) de un grupo de mujeres gimnastas entre 11 y 17 años de edad. Esto mismo fue observado por CALABRESE y cols (1983)¹⁰ al estudiar los hábitos alimentarios de 34 bailarinas de ballet clásico.

En una evaluación del estado nutricional de 41 deportistas que realizaban un entrenamiento intenso aeróbico, se detectó una carencia media de 63 mg de calcio diario, aunque este valor no fue considerado significativo³⁹.

Un aporte bajo de calcio también fue identificado por RUCINSKI (1989)⁵⁰ al estudiar la dieta habitual de patinadores sobre hielo, de manera que las mujeres (n = 23) realizaban un consumo diario inadecuado de calcio. De la misma forma PERRON y ENDRES (1985)⁴⁴ observaron lo mismo en jugadores de voleibol (n = 31). En el caso del fútbol, RICO y cols (1992)¹⁹ estudiaron la alimentación de la Selección Nacional de Puerto Rico, y señalaron que el calcio era el único elemento deficitario en la dieta.

En pruebas de perfil aeróbico, como la carrera, también se han presentados casos donde el consumo diario de calcio ha estado por debajo del recomendado. Por ejemplo, los estudios de BERGEN-CIRO y SHORT (1992)⁹ registraron casos en los que el consumo de calcio alcanzó sólo el 80% del recomendado. Otro ejemplo aparece en el trabajo de DEUSTER y cols (1986)¹⁰

que estudiaron el procedimiento dietético de 51 mujeres participantes en las eliminatorias de Maratón femenino, comprobando que el 23% no consumía la cantidad diaria de calcio adecuada.

En natación BARRS (1991)⁴ también detectó fallos en la dieta respecto al consumo diario de calcio, tras estudiar la alimentación de 14 nadadores de un equipo universitario durante tres días.

Recientemente MATEO y cols (1999)³⁵ han publicado un estudio nutricional sobre un colectivo de 84 mujeres deportistas españolas de élite de distintas especialidades (karate, balonmano, baloncesto y corredoras), encontrando un consumo de calcio de 735.5 ± 254.5 mg/día, 678.6 ± 197.6 mg/día, 801.8 ± 265.8 mg/día y 812.9 ± 288 mg/día respectivamente. Estos valores están muy por debajo del recomendado: 1200 mg/día. En este estudio se observó que el 90,4% de las deportistas presentaban deficiencias en su consumo de calcio.

La cantidad de calcio perdido por el sudor puede, según McARDLE y cols (1998)³³, ser perfectamente repuesto por medio de una dieta equilibrada. VILLEGAS, (1998)⁶⁰ informa que bajo una temperatura ambiente de 40 - 45(C y humedad alta, y con una producción de sudor de 1,2 l/h, la pérdida de calcio por el sudor estará comprendida entre 0,33 mEq/l y 0,42 mEq/l por hora. En oposición a esta afirmación, SHIRREFFS, (1998)⁵⁴, opina que la pérdida de calcio por el sudor no debe ser considerada preocupante, ya que es mínima.

BROUNS y cols (1998)⁷, al controlar el efecto de diferentes soluciones líquidas después de un período de ejercicio y su relación con la excreción urinaria de electrolitos en 8 ciclistas con una deshidratación del 2,97 - 3,56%, concluyeron que la solución carbohidratada con 1 mg de calcio por 100 ml sería suficiente para reponer la pérdida. Sin embargo, los mismos autores afirman que este procedimiento no es prioritario, siempre y cuando no se hayan consumido bebidas con cafeína, ya que ésta hace que la pérdida de calcio a través de la orina sea mayor.

BUCCI, (1996)⁸ informa que no se han encontrado evidencias de que el empleo del calcio como recurso ergogénico tenga un efecto positivo. WOLINSKY y cols (1996)⁶⁴ apoyan las observaciones de Heany, (1982) en las que afirma que en atletas amenorreicas puede existir una mayor necesidad de calcio, para compensar los bajos índices de estrógeno.

2.4. El calcio en las bebidas de reposición hidroelectrolítica

La presencia del calcio en las soluciones hidratantes no suele ser frecuente en las bebidas de hidratación para deportistas. De manera general, los estudios publicados sobre la conveniencia de su presencia en dichos productos no lo recomiendan. Así aparece por ejemplo, en una revisión sobre el tema publicada por GIOSOLFI y DUCHMAN (1992)²⁵.

LAMB y BRODOWICZ, (1986)³¹ comentan que no está claro que la presencia del calcio en las soluciones pre-competitivas ayude a mejorar el control del volumen plasmático, ni tam-

poco a minimizar el aumento de la temperatura durante el ejercicio.

En el cuadro 1 se exponen algunos de los productos de reposición hidroelectrolítica que se comercializan en el mercado español y su contenido en calcio.

Cuadro 1 Cantidad de Calcio en las bebidas de reposición electrolíticas

Bebida de Reposición Hidroelectrolítica	Cantidad de Calcio en (mg) por 100 ml
Isostar®	1
Aquarius®	0,8
Isogold®	0,8
Bio-Solan®	14

Fuente: Tabla de composición dos productos.

3. CLORURO

El cloruro es un importante electrólito, y participa prácticamente en las mismas funciones que el sodio. Ambos presentan una íntima relación química que contribuye al mantenimiento del equilibrio osmótico.

PIVARNIK y PALMER, (1996)⁴⁸ afirman que la concentración normal de cloruro en el suero es de 103 mmol/l, y en el sudor de 30 - 50 mmol/l. PARDO y VAZQUEZ (1995)⁴⁶ consideran el rango de normalidad del cloruro plasmático entre 98 - 108 mmol/l. Según SHIRREFFS y MAUGHAM (1997)³³, el cloruro presente en el sudor tiene como rango de normalidad entre 31,6 - 70,4 mmol/l. Sin embargo, se han encontrado valores máximos de 100 mmol/l y mínimos de 10 mmol/l⁵⁵.

Por ser el sudor una solución hipotónica, existe una tendencia a que aumente el nivel de Cl⁻ en el plasma¹⁷. No obstante, en algunos casos, como en pruebas de ultra resistencia en las que los deportistas pueden perder cantidades significativas de electrólito por el sudor, puede producirse una reducción de sus niveles en el plasma⁴⁴.

Los resultados de las investigaciones sobre el comportamiento del cloruro sanguíneo difieren, y apuntan a tres tipos de respuestas: o no ocurren modificaciones en sus concentraciones plasmáticas, o se observan aumentos, o se observan disminuciones. Esta disparidad de resultados es debida a que el comportamiento del cloruro sanguíneo depende de múltiples factores que intervienen durante la actividad y que pueden interferir en el mismo.

Seguidamente, se expondrán algunos ejemplos de investigaciones sobre el comportamiento del cloruro durante el ejercicio.

3.1. Aumento en las tasas de cloruro durante la actividad física

COSTILL y FINK, (1974)¹⁵, al controlar un conjunto de parámetros sanguíneos durante un ejercicio sostenido de 2 horas

realizado por 6 hombres en condiciones ambientales de 22,2°C y 40 – 50% de humedad, encontraron una elevación de la concentración de cloruro plasmático, en comparación con los valores de reposo ($100 \pm 1,3$ mmol/l); cuando los sujetos se encontraban deshidratados al 2% ($105,3 \pm 1,2$ mmol/l), y al 4% de deshidratación ($107 \pm 1,3$ mmol/l). Estas diferencias no fueron consideradas como estadísticamente significativas.

Posteriormente COSTILL y cols (1976)¹⁷ obtuvieron resultados semejantes en un estudio realizado con 8 hombres sanos en que se indujo a una deshidratación a tres niveles, (2%, 4%, y 6% del peso corporal). Las concentraciones de cloruro plasmático observadas fueron de 105 ± 1 mmol/l para la primera pérdida de peso y 106 ± 1 mmol/l para los otros dos, valores éstos superiores a los medidos en situación de reposo. En el mismo estudio, los valores en el sudor fueron de $53,3 \pm 5,7$ mmol/l con el 2% de pérdida de peso corporal, $51,1 \pm 5,6$ mmol/l con el 4% de deshidratación y $32,2 \pm 3,2$ mmol/l con el 6% de deshidratación, observándose una tendencia a la disminución de la concentración de cloruro en el sudor. Sin embargo, ZAMORA y cols (1992)⁶¹ tras una prueba de maratón, observaron un ligero aumento de 1 mmol/l.

GONZALEZ-ALONSO y cols (1992)²⁷, al analizar la acción del cloruro sanguíneo en 16 hombres que hicieron un ejercicio de 2 horas de duración en un ambiente termoneutro (21°C – 60% humedad) a una intensidad de entre 60 – 80% del VO_{2max} , encontraron una elevación en la concentración sanguínea del cloruro de 2 mmol/l, considerada estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Por otro lado, según los mismos autores, durante el proceso de recuperación, que duró 2 horas, se usaron tres tipos de solución (a) agua; (b) Diet Cola; (c) Gatorade y no fueron observadas diferencias significativas en cuanto al comportamiento del cloruro en los procedimientos de recuperación.

Por último cabe destacar el informe de MATEO y cols (1999)⁵⁵ sobre el nivel de cloruro sanguíneo registrado en jugadores ($n = 20$) de balonmano, que fue de $113,7 \pm 4,7$, lo que se explicaría por un posible cuadro de deshidratación crónica debido a un aporte de líquidos inadecuados durante el período de entrenamiento.

3.2. Mantenimiento de las tasas de cloruro durante la actividad física

Durante una investigación en una vuelta ciclista de 4 días, con un total de 500 Km de recorrido, se monitorizaron un conjunto de parámetros sanguíneos en 15 ciclistas, entre ellos el cloruro. Los valores de cloruro en el plasma no sufrieron alteración alguna, antes y después de los días de competición fue de 108 mmol/l⁵⁷.

Al analizar las concentraciones de cloruro plasmáticas en un grupo de corredores durante una competición de maratón, NELSON y cols (1989)³² no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el valor de reposo y el medido al término de la prueba.

Al hacer un estudio comparativo entre los procedimientos de hidratación usando (a) agua y (b) solución carbohidratada (5% polímero de glucosa, 2% fructosa, 8 mmol/l sodio, 5 mmol/l potasio, 250 mosmo/l), CRISWEL y cols (1992)¹⁹ no observaron ninguna diferencia en el comportamiento del cloruro durante 2 horas de ejercicio continuado en bicicleta ergométrica en 6 ciclistas entrenados, a una intensidad de 65% VO_{2max} , a temperatura ambiente de 29 - 30°C y una humedad del 58 – 66%. En esta línea de observación MILLARD-STAFFORD y cols, (1992)³⁸ tampoco registraron cambios en el cloruro plasmático de 8 hombres antes y después la realización de una carrera de 40 Km, habiendo bebido un placebo o una solución carbohidratada electrolítica al 7% durante la misma.

WALSH y cols (1994)⁶² observaron variaciones en el cloruro después de 60 minutos de ejercicio continuo en 6 hombres a una intensidad del 70% de la VO_{2max} , y sometidos a unas condiciones ambientales de 32 (°C) y al 60 % de humedad, al comparar dos procedimientos de hidratación: (a) sin fluidos, (b) solución conteniendo 20 mmol/l NaCl. Los resultados en el sudor fueron de $108,6 \pm 46,8$ mmol/l en el primer caso y de $109,9 \pm 75$ mmol/l al usar fluidos en la hidratación. En el plasma los valores fueron de $107, \pm 2,8$ mmol/l sin reposición de fluidos y $107 \pm 2,1$ mmol/l con reposición. A raíz de estos resultados, CIPOLLA y cols (1995)¹¹ concluyen que los valores de cloruro en el plasma no tienden a sufrir alteraciones, al igual que tampoco las sufren a través del sudor.

3.3. Disminución en los niveles de cloruro durante la actividad física

APPLEGATE, (1989)² comenta que durante pruebas de ultrarresistencia, existe una tendencia a la disminución de los niveles de cloruro en el plasma. Este hecho fue comprobado más recientemente por GASTMANN y cols, (1998)³⁴ al analizar la acción del cloruro en 9 participantes de un ultratriatlón (7,5 Km de natación, 360 Km de ciclismo, 85 Km de carrera). Encontraron valores iniciales de $101 \pm 1,6$ mmol/l y al final de 97 ± 4 mmol/l, siendo considerada la diferencia estadísticamente significativa. Una disminución de la concentración de cloruro en el plasma puede hacerse más aguda tras un largo periodo de ejercicio si se consume sólo agua sin electrolitos. Este proceso es semejante al que causa la hiponatremia.

FRIZZEL y cols (1986)³⁵ relata el caso de 2 maratonianos que después de correr 100 y 80 Km respectivamente, y habiendo ingerido el primero aproximadamente 20 litros (120 ml de solución con glucosa y electrolitos, más 120 ml de cola por estación) y el segundo 24 litros (120 ml de agua y 120 ml de una solución de glucosa y electrolitos) presentaron valores de cloruro plasmáticos de 83 y 91 mmol/l.

La preocupación por reponer el Cl⁻ deberá ser mayor cuando haya una pérdida de 2 litros de sudor, o en casos en los que el deportista tenga una gran pérdida de sudor de manera repetida, especialmente si no se encuentra aclimatado⁸.

La cantidad de cloruro en el sudor puede ser de 137 mmol/l, de forma que una pérdida de 5,8% de peso corporal en agua por producción de sudor, supondrá una reducción de entre el 5 y el 7% del contenido de Cl del organismo¹⁸.

3.4. Ingestión del cloruro en los deportistas

MATEO y cols (1999)³⁵ al estudiar el comportamiento nutricional de 84 mujeres deportistas de élite, en las modalidades de karate, judo, balonmano y carrera, encontraron que el consumo de cloruro fue de 1251.8 ± 509.9 mg/día para el grupo de karate, 1566.9 ± 539.3 mg/día para el grupo de balonmano, 1545.4 ± 810.8 mg/día para el de baloncesto y 1338.9 ± 687 mg/día para las corredoras, valores estos superiores a la recomendación dietética de 750 mg/día propuesta por NRC (1989)⁴¹.

3.5. El cloruro en las bebidas de reposición hidroelectrolíticas

MAUGHAM, (1992)³⁶ cuestiona la presencia de cloruro en las soluciones rehidratantes, porque considera al sodio el único mineral necesario en su formulación. Más recientemente, BURKE y HAWLEY, (1997)⁹ también cuestionan su presencia cuando el ejercicio realizado corresponde a modalidades de juegos colectivos. Para estos autores, las pérdidas líquidas en estas modalidades no llegan a ser superiores al 3% del peso corporal, y por tanto las pérdidas de electrólito en estos porcentajes son despreciables.

En el estudio clásico de COSTILL y SALTIN (1974)¹⁶, se demostró la importancia de la inclusión de electrólitos, entre ellos el cloruro, en las soluciones hidratantes para deportistas. En esta investigación, los autores comprobaron que cuando la solución contenía electrólitos los niveles ideales de los mismos en el plasma se mantenían. Sin embargo, si se ingería sólo agua esto no sucedía, más aún, se provocaba una dilución de los electrólitos en el plasma.

GISOLFI y DUCHMAN, (1992)²⁵ proponen la presencia de cloruro en las soluciones hidratantes para aquellas actividades de un tiempo superior a los 60 minutos de ejercicio, para favorecer la absorción de líquidos. Según estos mismos autores la concentración de la solución debe contener de 10 – 20 mmol/l para pruebas de entre 1 y 3 horas de duración, aunque para actividades con un tiempo superior a las 3 horas, la concentración ideal debe estar entre 20 – 30 mmol/l. Durante el período de recuperación, después del término del ejercicio, la cantidad de cloruro deberá ser aumentada de 30 – 40 mmol/l. La inclusión del cloruro en las fórmulas de composición de una solución rehidratante es ampliamente defendida por GISOLFI (1994)²⁶ por considerar que el cloruro acelera el transporte intestinal de agua y sodio.

Sobre la cuestión de incluir o no el cloruro en las soluciones hidratantes para deportistas, NOAKES (1993)⁴⁵ afirma que su presencia es necesaria y fundamental, pues restablece más rápi-

damente su presencia en el medio extracelular, además de mejorar el volumen plasmático. En este mismo sentido SAWKA y cols, (1998)⁵¹ también consideran la reposición de cloruro prioritaria. MURRAY, (1998)⁴⁰ opina que su presencia en la bebidas de reposición hidroelectrolíticas es un elemento preventivo de calambres musculares.

Algunas veces, se recurre al procedimiento de consumir, tabletas de sal (NaCl) para reponer el cloruro. Esto puede causar desequilibrios osmóticos, que a su vez dificultan la pérdida de calor, y si a ello se suma un ambiente caluroso, podrá desembocar en un golpe de calor. El uso de tabletas de sal normalmente es desaconsejable para los deportistas porque dificulta la velocidad de hidratación.

En el cuadro 2, se exponen algunas de las bebidas de reposición hidroelectrolíticas comercializadas en España y su contenido en cloruro.

Cuadro II Cantidad de Cloruro en las bebidas de reposición eletrolíticas

Bebida de Reposición Hidroelectrolítica	Cantidad de Calcio en (mg) por 100 ml
Gatorade®	39
Isostar®	30
Aquarius®	24
Energade®	41,5
Isogold®	3,7

Fuente: Tabla de composición dos productos.

4. CONCLUSIONES

Tomando como base los datos presentados en este artículo, se puede establecer como conclusiones:

- Son raros los casos de valores de calcio plasmático fuera del rango de normalidad, durante de un período de ejercicio. Sin embargo fueron registrados casos de hiper e hipocalcemia en deportistas.
- De una manera general, los estudios sobre el consumo diario de calcio y cloruro señalan que normalmente se ingieren de forma adecuada, con las necesidades de los deportistas, principalmente cuando la alimentación se encuentra equilibrada.
- Una gran volumen de sudor producido, aumenta la cantidad diaria de calcio y cloruro en la dieta.
- No hay un consenso sobre la necesidad de la presencia del calcio en la bebidas hidroelectrolíticas que son ofrecidas al deportista, si se tiene un consumo diario en niveles aceptables.
- Las respuestas plasmáticas del cloruro frente al ejercicio, van a depender de un conjunto de factores asociados, como el

tiempo de ejercicio, concentración inicial del cloruro en el plasma, consumo diario y el tipo de reposición hídrica realizada durante la actividad física. Ya fueron observados respuestas antagónicas de elevación o disminución en los valores plásmaticos, como también ninguna alteración. Es necesario por lo tanto tener en cuenta los factores asociados que pueden interferir en su comportamiento.

- El consumo diario de cloruro, normalmente es adecuado, con las necesidades mínimas de los deportistas.
- La presencia del cloruro en las soluciones hidratantes para deportistas, no está tan claro como en el caso del sodio, pero existe una tendencia en considerar su presencia, como un elemento positivo para un adecuado equilibrio osmótico corporal.

Bibliografía

1. AMAT O. *Nutrición, salud y rendimiento deportivo*. (2ª ed). Barcelona: Espaxs; 1998.
2. APPLÉGATE 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 salino 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, RENSHLER 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. FRIZZELL 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, STEJNACKER 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 electroltye 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, HOR 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 Síntesis; 1998.
57. VERDÚ J. Minerales y ejercicio físico. In: GALLEGO J, VICENTE J. editores. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Editorial Síntesis; 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 Síntesis; 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