



Olimpia

FORMACIÓN INTEGRAL
DEPORTIVA

HIDRATACIÓN Y TERMORREGULACIÓN, ELECTROLITOS Y CARGA DE ENERGÍA EN LAS BEBIDAS HIDRATANTES.



M.S.C. GIOMAR PAREDES RENGIFO

MAGISTER EN CIENCIAS DEL DEPORTE

ESPECIALISTA EN NUTRICION Y DIETETICA DEPORTIVA - CNP

ISAK II

Resumen



La importancia de la hidratación en nuestra vida cotidiana y especialmente ante la actividad física. un acercamiento fisiológico al hecho de la hidratación en el cuerpo humano, exponiendo las principales funciones que conlleva una correcta hidratación, como los problemas que puede acarrear la ineficacia de ésta, sobre todo ante la actividad física.

Se presta especial atención a la función de **termorregulación** en el organismo humano, aspecto que hay que unir a la producción de calor que se produce en el ejercicio y a las condiciones meteorológicas que hay durante práctica de algunas actividades físicas. También se analizan los electrolitos implicados en el mantenimiento de la hidratación y se explica la importancia de cada uno de ellos en la homeostasis corporal.

Posteriormente, la importancia que tiene una correcta suplementación **glucídica** como elemento a tener en cuenta junto con la hidratación en actividades prolongadas con alto gasto energético. Para ello se presta atención al vaciamiento gástrico y la absorción intestinal para el traslado del líquido al medio interno.

Palabras clave: Líquido. Termorregulación. Electrolitos. Reintegración

1. El agua como elemento de consumo



El agua es la única bebida verdaderamente indispensable, ya que el resto de bebidas poseen el único objeto de suministrar agua enmascarada al gusto del consumidor.

Desde niños sabemos que el agua pura es incolora, inodora e insípida, pero que el agua potable que consumimos no responde a esas características. Ello es debido al tratamiento que se le da para su consumo tras el almacenamiento. Así, observamos que nuevas características añadidas para un agua de consumo correcta según la **OMS es que sea limpia, fresca, suficientemente aireada y ligeramente salina, no contiendo sustancias tóxicas o microbios**. Aquí se destaca la importancia que posee la desinfección del agua y el análisis previo al consumo de la misma, pudiendo conllevar en caso contrario serias repercusiones gastrointestinales.

Hemos de diferenciar varios tipos de "agua" (OMS):



- **El agua pura:** incolora, inodora e insípida.
- **el agua de mesa (agua de "grifo")** que es poco mineralizada.
- **El agua mineral** que posee un alto grado de mineralización (cuando el sedimento mineral es mayor a 2000 mg. por litro), e incluso dotadas de propiedades farmacodinámicas, que no deben de ser utilizadas como agua de mesa.
- **El agua poco mineralizada,** normalmente apoyadas en nombres comerciales cuyo uso es cotidiano y sin efectos metabólicos o digestivos.

El Agua



No hay que olvidar que el ser humano está formado mayoritariamente por agua, de hecho, entre el 50 y el 65% de nuestro cuerpo es agua. De esta forma podríamos decir que un hombre de unos 70 kilos de peso alberga entre **38 y 44 litros de agua**, aunque su cantidad depende de múltiples factores, siendo uno de los más importantes el volumen de grasa corporal. Dado que el tejido adiposo carece prácticamente de agua, podríamos decir que proporcionalmente los hombres (**con un 63% del peso corporal**) poseen más agua que las mujeres (**con un 52% del peso corporal**) y que las personas delgadas poseen también más agua que las obesas (**Odrizola, 1988**).

- El agua es un componente que en la dieta se obtiene de multitud de alimentos, sobre todo de los grupos de frutas y verduras. Así, podemos partir de que la ingestión recomendada es de un mililitro de agua por caloría de la dieta al día (**Odrizola, 1988**). Y teniendo en cuenta la ingesta calórica media de una persona de **70 Kg.** nos podría conducir a que la ingesta de agua, aparte de la aportada por los alimentos, sería de un litro y medio. Pero esta cantidad se incrementa notoriamente con la realización de ejercicio físico y con la adversidad climática (**Creff, 1988**).

2. El agua en el cuerpo humano



El aporte hídrico es indispensable para la vida, destacablemente más importante que el aporte energético, ya que si bien un organismo puede ayunar durante varias semanas, el ayuno hídrico no puede superar las cuarenta y ocho horas sin provocar trastornos graves e incluso la muerte si se prolonga más allá de setenta y dos horas.

Dicha importancia viene resaltada en el cuerpo humano al ser su componente mayoritario y definitorio: desde el ochenta y cinco por ciento del recién nacido hasta menos del sesenta por ciento del anciano ("**la deshidratación de la vida**" según Vincent). Por esa importancia el agua pasa a formar parte de la homeostasia del organismo, debiendo mantener la constancia de su presencia en determinar cantidades para la correcta función de toda la maquinaria humana.

Podemos observar la distribución del agua total en el cuerpo de forma esquemática (**En base a Edelman y Leibman**):

- líquido intracelular: 55%
- líquido transcelular: 2'5% (**porción del total del agua corporal contenido dentro de los espacios epiteliales**).
- tejido conjuntivo denso y cartílago: 7'5%
- tejido óseo total: 7'5%
- líquido intersticial y linfa: 20% (**consiste en un solvente acuoso que contiene aminoácidos, azúcares, ácidos grasos, coenzimas, hormonas, neurotransmisores, sales minerales y productos de desecho de las células**).
- plasma: 7'5%

DISTRIBUCIÓN DE LOS LÍQUIDOS CORPORALES EN RELACIÓN AL PESO, AL SEXO Y LA EDAD



EDAD (AÑOS)	HOMBRE (Porcentaje sobre el peso)				
	CONTENIDO HÍDRICO TOTAL (% del peso)	LÍQUIDO INTRACELULAR (% del peso)	LÍQUIDO EXTRACELULAR (% del peso)	LÍQUIDO INTERSTICIAL (% del peso)	PLASMA (% del peso)
10-16	58,9	39,3	19,6	14,7	4,9
17-39	60,6	40,4	20,2	15,1	5,1
40-59	54,7	36,5	18,2	13,6	4,6
60-80	51,5	34,3	17,2	12,9	4,3

EDAD (AÑOS)	MUJER (Porcentaje sobre el peso)				
	CONTENIDO HÍDRICO TOTAL (% del peso)	LÍQUIDO INTRACELULAR (% del peso)	LÍQUIDO EXTRACELULAR (% del peso)	LÍQUIDO INTERSTICIAL (% del peso)	PLASMA (% del peso)
10-16	57,3	38,2	19,1	14,3	4,8
17-39	50,2	33,5	16,7	12,5	4,2
40-59	46,7	31,1	15,6	11,7	3,9
60-80	45,5	30,3	15,2	11,4	3,8

Adaptado de Novarini (1990)

El intercambio de agua



El intercambio de agua con el medio no es un capricho, sino que posee varias funciones importantes bien diferenciadas (**Italo, 1994**):

- Eliminar el exceso de calor corporal por medio de la evaporación del sudor
- Eliminar catabolitos desechables de las células por medio de la orina filtrada por el riñón y también del transporte de sustancias de nutrición y de secreciones internas como pueden ser las hormonas.
- Facilitar el intercambio gaseoso en los alvéolos pulmonares sacando el aire empobrecido en oxígeno por medio de las combustiones energéticas unido con el vapor de agua.
- Colaborar en la formación y contenido de las heces fecales en los intestinos.
- Mantiene disueltas varias sustancias que toman parte en los sentidos del gusto y del olfato.
- Esencial en los canales semicirculares para el sentido del equilibrio.

Como buen factor homeostático que es



Su reposición (**rehidratación**) ha de ser lo más rápida y efectiva posible, no permitiendo que la deshidratación llegue a provocar daños irreparables. Podemos observar cómo la pérdida de líquidos conlleva una reducción de la masa plasmática y con ello un (**Guyton, 1987**):

- Aumento de la concentración de glóbulos rojos en la sangre
- Aumento de la viscosidad sanguínea
- Disminución del flujo de sangre que riega el cerebro y los músculos
- Aumento de la frecuencia cardiaca en más de treinta latidos por minuto



Por ello el consumo diario y elevado de agua es recomendable. Esto se ve especialmente agravado en sujetos deportistas en que la actividad, sobre todo si es al aire libre, provoca la eliminación de sudor, productos de desecho y vapor de agua y por tanto reponer más volumen de líquido que se ha perdido.

Para mantener el grado de hidratación en el cuerpo humano se han de calcular las salidas que en él acontecen y se ha de introducir la cantidad adecuada para el mantenimiento homeostático. Esquemáticamente podemos cuantificar este intercambio en condiciones normales en una persona adulta **(a partir de Odriozola, 1988):**

Salidas:

-sudor	500ml. (Por medio de la perspiración)
-vapor de agua en el aire espirado	400ml. (0'05 ml./litro de aire espirado)
-orina	1500ml.
-tracto gastrointestinal	<u>200ml.</u>
	2600ml.

Entrada y Salida del Agua



Entradas: para no conllevar problema han de ser cuantitativamente superiores, ya que ese exceso se eliminaría sin problema vía renal por medio de la orina, tan sólo interfiriendo en una mayor dilución de la misma. El consumo proviene de:

- Alimentos de la dieta: 1000 ml. (Provenientes del 50 % aproximadamente de la cantidad total consumida en la dieta. Ej. Fruta es igual al 80-90%; carne al 60%; pan al 35%; etc.)
- Oxidación del material energético: 300 ml. (por el metabolismo, principalmente azúcares y grasas)
- Bebidas con mínimo de: 1300 ml. (La cantidad recomendada de consumo de agua aparte de la dieta corresponde a un mililitro de agua por caloría consumida en la dieta).

Por tanto las entradas de líquidos en el organismo han de estar siempre de acuerdo a las salidas del mismo y compensarlas. Pero hay que tener en cuenta que esta cantidad varía en función de diferentes variables (Odriozola, 1988):

- composición del régimen alimenticio
- la temperatura
- humedad del aire
- tipo de actividad física



A nosotros nos interesa principalmente el hecho de ejercicio físico, ya que este es causante de un estrés al organismo con una variación más o menos pronunciada de los parámetros anteriores, siendo especialmente peligroso un ambiente caluroso y húmedo.

- Puede llegar a darse el caso de un atleta que pierda más de un 2% de su peso corporal (**aproximadamente un litro y medio para una persona de 70 Kg.**) por medio de la deshidratación, lo que conllevaría a un comienzo de pérdida de su capacidad para el trabajo físico. Esto ha de ser paliado de inmediato por medio de la ingesta de agua.
- Si no ocurre así y prosigue la pérdida de agua sin reposición y supera la cifra del 3% del peso corporal la capacidad de contracción muscular disminuye de un 20% a un 30%, un menor tiempo de resistencia al trabajo (**López Gimeno, 1989**).
- Aun así, la deshidratación no parece tener consecuencias sobre la fuerza muscular isométrica. Sin embargo tiene una influencia negativa en el esfuerzo submaximal con una disminución del volumen minuto y el consiguiente aumento de la frecuencia cardíaca (**López Gimeno, 1989**).
- Así, puede llegar al agotamiento por calor, que se asemeja mucho a la lipotimia y es causa de la disminución del riego cerebral ya que la mayor parte de la sangre (que ha disminuido su volumen) queda recluida periféricamente en el esfuerzo de ceder calor y de regar los músculos. El hipotálamo por su parte se sobrecalienta y reduce sus capacidades reguladoras. En la siguiente tabla podemos observar cómo es el estado de diferentes partes del cuerpo con patologías causadas por la deshidratación y el aumento de la temperatura corporal.



	Calambres musculares	Agotamiento por calor	Golpe de calor
Sistema nervioso	normal	confusión	Confusión - coma
Sistema cardiovascular	normal	Hipertensión postural	50% de los casos presentan hipotensión
Piel	sudada	Fresca, sudada	Caliente, seca y mas o menos sudoración
Temperatura	< 39°C	< 40°C	> 41°C
Musculatura esquelética	contraída	Flácida, contraída	Puede doler

Adaptado de López Gimeno (1989)



La progresión es cada vez más negativa y a partir de un ocho por ciento de pérdida de peso por deshidratación ocurren situaciones patológicas como el conocido "golpe de calor":

PÉRDIDAS DE AGUA (% DEL PESO CORPORAL)	PERFORMANCE FÍSICA
< 2%	Disminuye capacidad termorreguladora
2-4%	Disminuye resistencia muscular
4-6%	Disminuye fuerza muscular, calambres
>6%	Golpe de calor, coma, muerte

Adaptado de López Gimeno (1989)

Primordialmente para impedir dicha respuesta corporal negativa



hemos de conseguir las reservas hídricas estén completas antes del inicio del ejercicio y que se vayan reponiendo en el transcurso, ingiriendo agua antes de la aparición de la sensación de sed, ya que esta respuesta es una mal señal y sobre todo demasiado tardía, ya que ocurre como respuesta a la previa deshidratación, calculándose que se habrá perdido aproximadamente un uno por ciento del peso corporal antes de que aparezca dicha sensación.

Esta sensación de sed está localizada en la **bucofaringe**, en la base de la lengua y del paladar y se da a conocer por medio de una sequedad de boca.

La determinación de la sed viene dada por varios factores de los cuales destaca fundamentalmente el humoral, que es controlado por el gradiente osmótico entre el compartimento extracelular y el celular, lo que ha venido a llamarse "deshidratación celular". Esta deshidratación celular está definida como una pérdida de agua hacia el medio extracelular para cubrir el gasto de éste.

Pero en el cuerpo no sólo se pierde agua durante el ejercicio,



Sino que también minoritariamente se crea endógenamente. Esto es debido sobre todo por el consumo del glucógeno durante el ejercicio, ya que este en su almacenamiento lo ha hecho con tres gramos de agua por cada uno del mismo y al oxidarse también produce agua (**dióxido de carbono y agua**). Algo parecido ocurre con la degradación de los otros sustratos energéticos, aunque en un grado mucho menor que en el glucógeno. De un modo cuantitativo esa cantidad es (**Silvestri, 1992**):

- **100 gr. De lípidos: 100 ml.**
- **100 gr. De proteínas: 40 ml.**
- **100 gr. De hidratos de carbono: 60 ml.**

El cuerpo también dispone de mecanismos de ahorro de agua centrados en el sistema endocrino. Éste por medio de la hormona antidiurética se encarga de estimular en el riñón la reabsorción de agua en los túbulos renales, minimizando la producción de orina. Esta hormona, también llamada vasopresina, es secretada cuando la osmolaridad de la sangre sobrepasa un umbral por falta de fluido. Este aumento de la osmolaridad es captada por multitud de osmorreceptores distribuidos por todo el cuerpo.



Termorregulación

Termorregulación.



Es una de las funciones más importantes del agua, realizada por medio del sudor. La forma de cesión de calor al medio externo ocurre por tres principios físicos:

- Radiación
- Convección
- Conducción

Dándose fundamentalmente en el cuerpo los dos primeros siempre y cuando la temperatura del exterior sea inferior a treinta y cuatro grados centígrados (**Acton, 1994**).

El sudor esta directamente relacionado con la pérdida tanto hídrica como con la pérdida electrolítica. Este factor en reposo es casi irrelevante, pero conforme aumenta la intensidad va tomando una mayor importancia.

La cantidad máxima que el organismo puede excretar en forma de sudor es variables y en la actividad deportivas va desde 1'5 litros a la hora por lo común hasta 2'5 litros a la hora en climas cálidos o incluso 5 litros a la hora en condiciones especiales (**Italo, 1994**) realizado todo ello por medio de los más de dos millones de glándulas sudoríparas que se reparten por todo el cuerpo (**Veicsteinas y Belleri, 1993**). Hemos de observar que la formación de sudor no es gratuita para el organismo sino que repercute en el gasto energético en **580 calorías**.



También hemos de ser conscientes de que si no existiera la función de termorregulación durante la actividad física la temperatura aumentaría un grado cada cinco minutos, lo que conllevaría un éxito letal en unos cinco minutos (Brotherhood, 1981).

La formación del sudor sigue una jerarquización que podemos resumir en:

1. Actividad muscular
2. Producción de calor
3. Termodispersión (transporte del calor por la sangre)
4. Llegada al hipotálamo (que posee la función de termostato corporal junto con los receptores intravasculares, los osmorreceptores y termorreceptores somáticos).
5. Vasodilatación del círculo cutáneo
6. Mayor actividad de las glándulas sudoríparas.



Así, podemos llegar a decir que la cantidad de sudor por unidad de tiempo aumenta proporcionalmente con el aumento de la temperatura y depende de los diferentes factores que afectan más o menos según el tipo de deporte **(Veicsteinas y Belleri, 1993)**:

- **velocidad del viento y/o del individuo**
- **temperatura ambiente**
- **humedad ambiente**
- **superficie corporal**
- **rayos solares que se reciben**



Así, la preparación del esfuerzo en una temperatura elevada es importantísima y en ello está directamente relacionado el concepto **ACLIMATACIÓN**. En efecto, un deportista tras un periodo de aclimatación tolera mucho mejor el ejercicio en ambiente caluroso; directamente tanto desde el sistema circulatorio como todo el mecanismo de la sudoración se modifican para ayudar al organismo a soportar mejor el calor. Como consecuencia de la aclimatación podemos hallar tras un periodo de un mínimo de ocho o diez días (Acton, 1994):

- **un aumento del volumen total de la sangre, favoreciendo y restableciendo así una circulación más cercana a la normal y mejorando así la capacidad física al trabajo.**
- **un aumento de la circulación cutánea**
- **una disminución del tiempo de distribución de la sangre en la piel**
- **un inicio precoz de la sudoración**
- **un aumento cuantitativo de la cantidad de sudor**
- **ampliación de áreas cutáneas por las que sudamos**

Precauciones para deportistas que tengan que afrontar esfuerzos físicos a temperaturas elevadas (Williams, 1985):



1. Controlar bien temperatura y humedad, comparándolas a las que se está acostumbrado.
2. Moderar la actividad en proporción al aumento de la temperatura, teniendo en cuenta que en algunos casos la aclimatación requiere dos semanas de tiempo.
3. Entrenar por la mañana y/o por la tarde en las horas menos calurosas.
4. Entrenar posiblemente a la sombra.
5. Vestir prendas blancas, que reflejar el calor radiante, y porosas, para permitir la evaporación.
6. Controlar bien el peso y reemplazar cuanto antes el líquido perdido.
7. Reemplazar las eventuales pérdidas de electrolitos.
8. Prevenir la deshidratación tomando líquidos y bebidas antes y durante el ejercicio físico.
9. Evitar el exceso de proteínas, por su acción dinámico-específica.
10. Redoblar las precauciones en el caso de sujetos de avanzada edad, obesos o mujeres.
11. Alertarse a los primeros signos o síntomas de enfermedad de calor: calambres, vértigo, síntomas de fatiga, problemas de coordinación de los movimientos,...
12. No evitar totalmente el ejercicio físico con temperaturas altas, pero tampoco exponerse por un tiempo demasiado prolongado.

La termorregulación no afecta del mismo modo a todos los individuos,



En términos generales podemos concluir que la tolerancia al calor, y por tanto el grado de aclimatación disminuye con la edad y con el sexo, siendo menor en las mujeres.

En el niño hay una mayor transferencia de calor que en el adulto, ya que los niños producen más calor proveniente de la energía química de un metabolismo más intenso. En las mismas condiciones ambientales se cuantifica que un niño prepuberal pierde entre cuatrocientos y quinientos mililitros de líquidos por metro cuadrado de superficie y por hora, mientras que un adulto llega a setecientos u ochocientos mililitros por metro cuadrado de superficie y por hora, al igual que la repercusión de la pérdida de peso por deshidratación varía. Así, con una pérdida de peso por deshidratación del unos por ciento se repercute en un aumento de la temperatura diferente, siendo de 0'15 °C en el adulto y de 0'28 °C en el niño (Cerani, 1993).

Estos datos se complementan con la información de que las glándulas sudoríparas en los niños poseen una mayor actividad pero una menor concentración de las mismas en el cuerpo y de producción de sudor en cada una. Con ello podemos afirmar que el niño posee mayores posibilidades de ganar-perder calor, pero tiene disminuida la capacidad de perder calor a través de la evaporación.

En situaciones deportivas especiales para el tratamiento de la termorregulación, como ocurre en el medio acuático, el funcionamiento de la termorregulación difiere.

Así, un sujeto sumergido en reposo disipa un sesenta por ciento de calor de su organismo por medio del tronco; mientras que en el transcurso de la actividad deportiva acuática la mayor parte del calor que se corresponde con un ochenta por ciento lo desprende por medio de las extremidades (superiores e inferiores).

Esta actuación del organismo puede permitirse por la alta conductibilidad térmica del agua, que permite una sustracción del calor corporal al contacto con la superficie cutánea del cuerpo, que cuantitativamente y en su totalidad va desde uno y medio a dos metros cuadrados, repartidos en :

- 8% cabeza
- 36% tronco
- 56% extremidades.

En conclusión vemos como el agua cumple un papel imprescindible en cuanto al mantenimiento de la temperatura interna, y por ello su importancia para el organismo es crucial.



Los electrolitos en el cuerpo humano

Equilibrio hídrico-salino



Un déficit de esto provocaría serios desajustes en el cuerpo que no sería resueltos hasta su reposición, al igual que ocurre con el agua.

Hemos de tener en cuenta que a través del sudor se pierden serias cantidades de electrolitos, y de ahí puede partir el temor a que estas pérdidas puedan provocar un desajuste en nuestro equilibrio fisiológico. Es por ello que muchos autores optan por un implemento de electrolitos a través del agua, aunque son muchos también los que optan por un apoyo exógeno simplemente de agua. Pero a veces este implemento puede llegar a ser excesivo y provocar desajustes por exceso de algún electrolito (no podemos olvidarnos que el sudor es hipotónico y más en los niños).

El sudor, aparte del noventa y nueve y medio por ciento de agua que los compone posee **(Geigy Scientific Tables, 1981):**

- sodio: 46'8 m Moles
- cloro: 29'7 m M.
- potasio: 8'6 m M.
- calcio: 0'73 m M.
- magnesio: 0'13 m M.
- zinc: 17'6 /u M.
- fósforo: 7'7 /u M.
- hierro: 7'38 /u M.
- níquel: 0'83 /u M.
- yodo: 75 n M.



Otra cuestión a considerar en cuanto a concentraciones de los electrolitos es cómo se reparten esto en los diferentes compartimentos corporales **(Italo, 1995)**. En la siguiente tabla podemos observar su distribución:

SALES MINERALES	LE	PL	CM	SD	SF	SN	SA
Sodio	140	140	10	80	60	60	40
Cloro	105	105	2	87	50	42	28
Potasio	5,1	4,5	145	5,1	5,1	5,1	3,8
Calcio	2,5	2,4	2	1	1	1	0,7
Magnesio	0,4	0,9	70	0,4	0,4	0,4	0,4

- Contenido de iones minerales (moles/L) del líquido extracelular (LE), del plasma (PL), de las células musculares (CM) y del sudor de sujetos en descanso (SD), durante ejercicio físico (SF), no aclimatados (SN) y aclimatados (SA) al calor. (Modificado de Horia, 1986)
- Como se puede ver los iones del sudor de ejercicio físico son menos concentrados que los del sudor de descanso, así como en ambiente caluroso el sudor del deportista aclimatado es menos concentrado que el del deportista no aclimatado a las temperaturas elevadas.

Adaptado de Italo (1995)

Potasio



El potasio es predominantemente intracelular. Su presencia en los líquidos extracelulares, aún siendo escasa, es importantísima, sobre todo por la actividad muscular.

Durante el ejercicio físico el potasio aumenta en el plasma y disminuye en el distrito intracelular. Entre los factores que condicionan la cantidad de potasio presente en el plasma encontraremos:

- A. La salida de potasio de las células, especialmente importante en el músculo en actividad. La disminución de la relación entre potasio intra y extracelular causaría una disminución de la excitabilidad de la membrana muscular, una disminución de la contractibilidad y la fatiga muscular.
- B. La asunción por parte de otros tejidos.
- C. La eliminación con la orina y el sudor.

Considerando los valores medios de potasio en el sudor, no se responsabiliza a la sudoración como posible causa del déficit de potasio. Sin embargo, si se consideran sudoraciones intensas y repetidas, asociadas a altas introducciones de sodio, si pudiera ser posible, aunque hay que tener en cuenta que el potasio total del organismo disminuye en medida muy inferior a la del sodio por menor contenido en potasio del sudor (**Brotherhood, 1984**).

A consecuencia de los esfuerzos físicos las células musculares se hinchan captando agua: sodio con cloro aumentan su concentración a nivel extracelular. El agua expulsada de las células musculares se acumula en el espacio intersticial y tan sólo posteriormente, en un tiempo más largo, entre sesenta y noventa minutos.

La eliminación urinaria del potasio aumenta en ambiente caluroso. La mayor excreción renal se debe a un estímulo adrenalínico a consecuencia de la pérdida de sodio y potasio con el sudor (mucho mayor eliminación de sodio que de potasio), entonces entra en juego la aldosterona para una reabsorción activa del sodio.

El déficit de potasio puede ser causa de fatiga y debilidad muscular.

Su aporte diario se establece aproximadamente en cuatro gramos al día.

Sodio y cloro



- Sodio y cloro sirven para mantener el volumen y la presión osmótica de los líquidos en el espacio extracelular e interviene en la regulación del equilibrio ácido-base.
- En el caso de sudoraciones intensas o repetidas es posible que se instaure un verdadero déficit, especialmente si la sudoración se asocia a una introducción considerable de agua sin una correspondiente reconstrucción de sal.
- Las pérdidas de cloruro de sodio (Na Cl) no depende sólo de la cantidad de sudor: la adaptación y el entrenamiento protegen de la falta de sodio por excreción excesiva sea con el sudor sea con la orina. El contenido de sal en el sudor del deportista bien entrenado es muy inferior al de los sujetos no entrenados y no aclimatados, pudiendo llegar hasta la tercera parte.
- La ingesta de cloruro de sodio es tan importante como la ingesta de agua (López Gimeno, 1989). Así, observó que la ingesta de quince gramos de cloruro de sodio era una medida adecuada para el trabajo a cuarenta y nueve grados centígrados, y que al disminuir dicha cantidad a seis gramos se perdía en la misma prueba el doble de peso y disminuía el rendimiento.
- Su aporte es de unos cuatro a seis gramos al día.

Calcio



- En muchos textos el problema del calcio se liquida afirmando que en presencia de un aporte dietético normal no se necesitan integraciones especiales.
- El problema merece mayor atención y estudio. Es indudable que la importancia del calcio en el ámbito de la actividad motora es relevante y específica; es cofactor de mensajeros cíclicos intracelulares.
- Además de ser responsable de las modificaciones del potencial de membrana y en la regulación de numerosas actividades endocrinas. En la práctica, sin embargo, incluso después de actividades físicas muy intensas, sus pérdidas resultan mínimas.
- Su aporte es de ochocientos miligramos al día.
- En la mujer la necesidad es mayor llegando a aportes de mil doscientos o mil quinientos miligramos, sobre todo en periodos de embarazo, lactancia o en la menopausia. Este ion está ligado al papel de los estrógenos en la absorción y reabsorción, que en mujeres mayores que han sufrido la amenorrea (han llegado a la menopausia) pueden producirse procesos de osteoporosis que lleven al campo deportivo fracturas por fatiga y otros tipos de lesiones (Odriozola, 1990).

Magnesio



- En la actualidad hay gran número de estudios sobre el magnesio, puede ser para compensar la falta de interés de los años pasados, aunque fuera intuitivo el importante papel que debía desarrollar en la fenomenología del esfuerzo.
- La síntesis del 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG) es magnesio-dependiente: el magnesio influye así sobre la cesión de oxígeno al músculo en trabajo. Es esencial para la activación de las fosfatasas y para estabilizar los complejos Mg-ATP.
- Concentraciones de magnesio inferiores a la norma en el plasma pueden tener consecuencias tanto sobre la actividad cardiaca cuanto sobre la actividad muscular. A nivel del electrocardiograma (ECG) las alteraciones tienen muchos puntos en común con las debidas al déficit de potasio. En el músculo esquelético se ha encontrado hiperexcitabilidad.
- Ha sido relacionada la capacidad de trabajo en el hombre con el magnesio, tras haber observado que en deportistas entrenados la concentración plasmática de magnesio está significativamente relacionada al máximo consumo de oxígeno en un esfuerzo maximal.
- También se ha podido constatar que en sujetos con carencia de magnesio por una dieta insuficiente o por pérdidas por notable y repetido compromiso físico han **aparecido calambres**, fácil tendencia a los esguinces, dificultad a la conciliación del sueño y fatigabilidad exaltada. Repetidas determinaciones del magnesio plasmático jamás revelaron concentraciones de magnesio inferiores a la norma. Seguramente se habría debido proceder a determinaciones intratisulares o intraeritrocitarias.
- El problema de la suplementación de magnesio está íntimamente ligado a la real cantidad de magnesio introducida con los alimentos. Las modificaciones de las costumbres y el refinamiento de los alimentos han contribuido a una disminución del aporte medio de magnesio desde 410 miligramos al día a principios de siglo a 300 miligramos al día en la actualidad (Italo, 1995).
- La cantidad diaria recomendada es de 350 miligramos para el hombre y de 300 miligramos para la mujer.

Hierro



El problema del hierro en relación al esfuerzo físico está adquiriendo cada día más relieve. Especialmente desde cuando los investigadores han puesto en relieve frecuentes casos de carencia.

En el campo deportivo hay datos estadísticos con un porcentaje del veinte y nueve por ciento entre los hombres y del ochenta y dos por ciento en las mujeres con concentraciones plasmáticas de ferritina inferiores a la normalidad por carencia de hierro (Clemente et al., 1977).

En efecto, durante el esfuerzo deportivo la utilización y las pérdidas de hierro son significativos. Los mecanismos invocados son múltiples y el uno excluye al otro:

- aumento de la destrucción de los hematíes por un aumento de la fragilidad y trauma capilar.
- pérdida por sudoración
- disminución de la absorción del hierro.
- pérdida por el tubo gastro-entérico.
- exaltada utilización del hierro en el metabolismo muscular.
- hemodilución del hierro en el plasma, que en el entrenamiento aumenta su volumen.
- disminución de las reservas de hierro en los tejidos en el intento de mantener normal la concentración de hierro en la hemoglobina, en la mioglobina y en otras proteínas respiratorias.

Así, podemos entender cómo una falta de hierro repercute en una disminución del rendimiento de los deportistas. Sin embargo, al ser tan difundida la carencia de hierro en los deportistas y en algunos casos, los menos llamativos, difícilmente demostrable ya que habría que determinar las concentraciones de hierro contemporáneamente a nivel de la hemoglobina, de los tejidos y de las proteínas transportadoras, sería aconsejable actuar siempre una dieta muy rica en hierro o una integración dietética a nivel de prevención, aunque en ningún caso debería de superar los quince miligramos al día para no interferir en otras funciones como la absorción del zinc.

Zinc



- La concentración de zinc puede aumentar considerablemente en el esfuerzo violento. El fenómeno es debido a la salida de enzimas de las fibras musculares dañadas en el esfuerzo violento. Así, también se pueden llegar a valores de zinc plasmático inferiores a la norma debido a pérdidas de zinc con el sudor y con la orina.
- Una hipoconcentración plasmática de zinc normalmente se acompaña a una deficiencia en el músculo y bajos niveles de zinc en el músculo y conlleva una reducción de la capacidad de resistencia, probablemente porque el zinc es indispensable para la actividad de las enzimas del metabolismo energético.
- Pero se ha observado que en la dieta del deportista la cantidad ingerida de zinc es superior a la optimal, que es aproximadamente de dieciocho miligramos al día.

Manganeso



- El manganeso es un argumento poco estudiado y por lo tanto se caracteriza por carencia de datos experimentales. El manganeso debe revestir cierta importancia pues entra en los sistemas de síntesis del tejido conjuntivo y forma parte de numerosos sistemas enzimáticos. Se ha observado disminución de manganeso en deportistas después de marchas prolongadas, pero este hecho no parece ligado a la sudoración.

Equilibrio alcalino



- La reserva alcalina constituye la reserva para tamponar los equivalentes ácidos que en el esfuerzo muscular se producen en exceso con respecto a los equivalentes básicos, con tendencia del pH de los líquidos orgánicos a desplazarse hacia valores inferiores.
- La continua inmersión en el círculo de ácidos orgánicos lleva a una notable disminución compensatoria de la reserva alcalina (incluso llegando al cincuenta por ciento) con una considerable disminución de los bicarbonatos.
- Al mismo tiempo de instaurarse el desequilibrio ácido-base es posible notar un aumento de los niveles plasmáticos de algunas enzimas por aumento de la permeabilidad de membrana. Estas enzimas no son exclusivamente musculares, pero específicas de otras partes del organismo y demuestran cómo las alteraciones bioquímicas del trabajo muscular repercuten también sobre otros parénquimas.
- La suplementación de bicarbonatos con el agua ha sido tomada en consideración y parece mejorar el rendimiento y la resistencia al cansancio. La cantidad de bicarbonato aconsejada es bastante elevada: siendo alrededor de veinte y un gramo para un deportista de setenta kilogramos suministrada antes de la prueba.
- Muy probablemente, en un futuro no muy lejano, se considerará "doping" la administración de bicarbonatos al deportista.



La suplementación glucídica



- Es un hecho bien conocido que para conseguir un buen rendimiento deportivo es fundamental mantener unos niveles de glucemia relativamente constantes.
- hasta el punto que la hipoglucemia ha sido considerada como uno de los factores más importantes en la aparición de la fatiga y del agotamiento.
- Un procedimiento que permite reducir el riesgo de hipoglucemia consiste en la ingesta de bebidas ricas en hidratos de carbono durante la realización de un ejercicio físico.
- Posteriormente se han llevado a cabo numerosos estudios acerca de las repercusiones que puede tener el aporte de hidratos de carbono, antes y durante el ejercicio físico sobre el metabolismo intermediario y la capacidad de trabajo del sujeto.
- En condiciones normales, existe un equilibrio entre la captación de glucosa por los tejidos y la liberación de la misma por parte del hígado, de manera que los valores de la glucemia se mantienen relativamente constantes.
- Durante la actividad prolongada, el aporte exógeno de hidratos de carbono puede cubrir el cinco o el diez por ciento de la glucosa metabolizada. Este efecto es más evidente y significativo en sujetos entrenados, por la mejor asimilación de la glucosa por parte del músculo entrenado (Italo, 1995).



La reducción en los niveles de glucemia tiene un efecto negativo sobre el metabolismo energético del sistema nervioso central.

Se estimula la glucogenólisis hepática como resultados de la activación del sistema nervioso simpático, de las catecolaminas, así como también del incremento en la concentración de glucagón y de lactato y de la simultánea reducción de los niveles de insulina en sangre.

Inmediatamente después de su absorción, los monosacáridos pasan directamente a través de la circulación portal al hígado. Una parte de los mismos, fundamentalmente la fructosa, es metabolizada por las células hepáticas mientras que otra, básicamente la glucosa, atraviesa la célula hepática y es incorporada directamente a la sangre.

Vaciamiento gástrico



Otro punto a tener muy en cuenta es el tiempo en que los líquidos permanecen en el estómago y las modalidades de absorción del intestino, ya que se pretende que este tiempo sea el menor posible y que tanto el agua como los complementos que la acompañan lleguen lo más rápido posible a todo el organismo.

Los factores principales que incluyen sobre el vaciamiento gástrico son:

- **la temperatura de los líquidos**
- **el contenido de sodio**
- **el pH**
- **la composición, y aquí entra de lleno el contenido glucídico**
- **factores emocionales como son ansiedad, estrés,...**
- **el contenido de la comida previa**
- **las condiciones ambientales**
- **el ciclo menstrual en la mujer**



-
- Es determinante el contenido calórico de las soluciones, ya que la velocidad de vaciamiento gástrico es inversamente proporcional al contenido calórico (Italo, 1995).
 - La cantidad máxima de agua que se puede vaciar del estómago es de quince a veinte mililitros por minuto, mientras que la cantidad de sudor que puede llegar a excretarse es el doble.
 - El control de vaciamiento gástrico esta regulado por mecanismos neurológicos y hormonales en respuesta al volumen, a la presión y a los receptores para las grasas y aminoácidos, distribuidos en el estómago, duodeno y yeyuno. El volumen de los líquidos introducidos influye sobre la presión intraparietal y los receptores de la mucosa gástrica, responden a la disminución de la pared y a la presión aumentando el vaciamiento.

Absorción intestinal



La capacidad de absorción del agua por parte del intestino tenue es prácticamente ilimitada. Así, basta observar que en la diabetes insípida se puede registrar absorciones de diez litros por día sin que las correspondientes cantidades de agua introducida puedan causar diarrea.

Velocidad y entidad de absorción son función de los solutos y existe toda una serie de mecanismo de compensación de gran complejidad, que pueden ser fácilmente puestos en evidencia por algunos experimentos y constataciones.

Soluciones hipertónicas puestas directamente en el intestino drenan rápidamente agua en el lumen intestinal: doscientos mililitros de comida hipertónica, puestos directamente en el yeyuno, determinan en cuarenta minutos una disminución del volumen del plasma del veinte al treinta por ciento.

Para prevenir la entrada rápida de una excesiva cantidad de líquido hiperosmótico en el intestino, el líquido es vaciado lentamente del estómago al intestino para permitir al afluyente gástrico de convertirse en iso-osmótico atravesando el duodeno.



En el duodeno hay un proceso de activa dilución para hacer isotónicas las soluciones hipertónicas, y en el yeyuno la absorción del soluto para llevar los contenidos intestinales a una osmolaridad semejante a la de los tejidos. Es muy interesante e importante a la vez considerar el efecto que deriva de la presencia en las bebidas de glucosa y sodio, por su gran uso en medicina deportiva. La absorción del agua a través de las membranas del intestino tenue es significativamente acelerada por el transporte activo de glucosa y sodio, por la neutralización de los ácidos en el lumen intestinal y por la absorción pasiva de potasio y otros solutos.

Mientras parte del sodio es absorbido en ausencia de la glucosa, la absorción de glucosa depende mucho del sodio presente en el lumen intestinal. El mayor estímulo a la absorción del agua en el intestino es la absorción de los solutos, pues este procedimiento establece un gradiente osmótico para el flujo del agua.

La presencia de glucosa es de importancia determinante en la absorción de líquidos. Por ejemplo, una solución isotónica salina perfundida a través del yeyuno en cantidades fisiológicas, provoca constantemente diarrea y, en cambio, en el tratamiento terapéutico del cólera, en presencia de la deshidratación, soluciones de agua y electrolitos, que suministradas por vía intravenosa obstaculizan la diarrea, la aumentan.

La presencia de electrolitos y sodio en las bebidas permite durante el esfuerzo una absorción de glucosa y de agua mucho mayor, siempre y cuando la cantidad no sea excesiva y pueda resultar dañina.



La reintegración



- Tras haber considerado la importancia del agua, de los líquidos en general, de las sales y de la glucosa, no sólo en condiciones fisiológicas normales sino, sobre todo, en el ejercicio físico y deportivo, hay que fijar la atención sobre el problema de las reintegraciones, de las pérdidas y de los consumos que dependen de su entidad y de su consistencia y que, a su vez, dependen, aparte las características individuales del deportista, del tipo, de la intensidad, de la frecuencia y del ritmo del trabajo, y del ambiente en donde éste se desarrolla.
- Los fenómenos que acompañan a la deshidratación y a la pérdida de solutos se verifican durante el esfuerzo físico, y por lo tanto debemos preocuparnos no sólo de la rehidratación y de la reintegración, sino también de la prevención. Las opiniones para llevar a la práctica estos conceptos difieren porque han sido dictadas por estudios realizados en ocasiones distintas y en especialidades deportivas también distintas.
- Hay que tener bien presente que a nivel de prevención no existe peligro de hiperhidratación. Al contrario, en semejantes condiciones parece ser que el rendimiento sea mejor que en condiciones normales, pues se caracteriza por una disminución de la frecuencia cardiaca, por una disminución de la temperatura rectal y por un aumento de la sudoración (Williams, 1985).

Por lo que se refiere a aplicaciones prácticas hay algunos elementos a considerar:



1. Los factores fisiológicos individuales tienen una importancia enorme, por lo que las reglas generales, aun teniendo su valor, van adaptadas al sujeto.
2. La ingestión de bebidas con sales e hidratos de carbono hasta una concentración del diez por ciento no altera las funciones circulatorias y termorreguladores en comparación con la ingestión de agua pura.
3. La presencia de hidratos de carbono parece mejorar el rendimiento con respecto a la sola ingestión de agua.
4. Durante el esfuerzo los tiempos de vaciamiento del estómago para el agua pura y para soluciones de hidratos de carbono a concentraciones inferiores al diez por ciento son iguales.
5. La presencia de los hidratos de carbono puede aumentar el tiempo de vaciamiento gástrico, pero acelera la absorción de agua a nivel intestinal equilibrando así los tiempos.
6. Las bebidas demasiado dulces pueden provocar fácilmente náuseas.
7. El agua pura no puede ser absorbida hasta alcanzar un equilibrio osmótico con los fluidos del organismo.
8. Las soluciones salinas isotónicas son vaciadas por el tracto gastrointestinal mucho más rápidamente que el agua pura.
9. El añadir pequeñas cantidades de glucosa provoca una reducción considerable del tiempo de vaciamiento gástrico.
10. Las soluciones "frescas" (unos cinco grados centígrados) son vaciadas por el estómago mucho más rápidamente que las "calientes".
11. El aporte de hidratos de carbono con las bebidas parece aumentar las reservas de glucógeno hepático, mantener niveles plasmáticos óptimos de glucosa y ahorrar el glucógeno muscular (Italo, 1995).



- La rehidratación y reintegración puede realizarse gracias a bebidas isotónicas, a tomar posiblemente antes, durante y después del ejercicio físico, preferiblemente a temperatura fresca (temperatura de nevera, entre cinco y diez grados centígrados).
- Por lo que se refiere a la cantidad de bebida depende de la entidad de las pérdidas y de los consumos. Una buena y sencilla regla práctica es la de basarse sobre la diferencia de peso corporal, antes y después del ejercicio físico. Teniendo en cuenta que, prácticamente, la disminución se debe a las pérdidas de líquidos, al menos en el ochenta por ciento.
- Las bebidas deben contener hidratos de carbono en el porcentaje del tres al siete por ciento, modestas cantidades de sales minerales y eventualmente la vitaminas.
- Este tipo de bebidas son generalmente agradables al paladar, más agradables que el agua pura. Por ello inducen pues a beber más, lo cual es muy importante, porque después de un esfuerzo considerable y prolongado, la sed jamás es tal que induzca a tomar la cantidad de líquidos suficiente para compensar las pérdidas.



Por último a modo de "receta" parece ser que una composición estándar del agua de bebida viene dada por el "Colegio Americano de Medicina del Deporte" ACSM y recomienda como máximo:

- **Cinco miliequivalentes por litro de sodio (que viene a ser 0'3 gramos por litro de cloruro de sodio)**
- **Cuatro miliequivalentes por litro de potasio (que viene a ser 0'25 gramos por litro de cloruro de potasio -sal de potasio-)**
- **Veinte y cinco gramos por litro de glucosa (azúcar).**



"En una carrera el ahorro de una décima de segundo parece nada, pero, en la práctica, puede valer un récord mundial"

 @msc_giomar

 @Msc Giomar Paredes Rengifo
@Thani

Giomar Paredes Rengifo, M.S.C.

Magister en ciencias del deporte

 949 054 130