

Estudio para el desarrollo de una bebida isotónica:

Índice:

- 1.- Introducción.
- 2.- Repaso de la fisiología y la bioquímica de los electrolitos y sus efectos en el cuerpo humano.
- 3.- Tipos de bebidas que existen en el mercado. Análisis comparativo.
- 4.- Necesidades reales de hidratación y suplementación mineral y en el deportista.
 - 4a) en el entrenamiento.
 - 4b) en la competición.
 - 4c) en la recuperación.
- 5.- Efectos secundarios de la implementación de minerales en las bebidas isotónicas.
- 6.- Estudio de los hábitos de consumo de agua y bebidas isotónicas por los deportistas que acuden a estudios medico-deportivos en la Facultad de Medicina.
- 7.- Recomendaciones de uso de bebidas y de tamaño.
- 8.- Recomendaciones de las bebidas isotónicas según patología del deportista.

1.- Introducción.

Un adulto normal, necesita de dos a tres litros de ingesta de líquidos al día, para mantener el equilibrio hídrico. Los alimentos sólidos de nuestra dieta aportan también una cantidad importante de agua [1].

Los niveles normales de agua de los diversos compartimentos de líquidos del organismo se mantienen en equilibrio, gracias a un mecanismo de retroalimentación (feedback), en el que se hallan implicados unos receptores específicos de la presión osmótica, la hormona antidiurética (ADH) y los riñones [1]

El agua es un líquido transparente que carece de olor y sabor. Es un compuesto bastante simple: dos partes de hidrógeno y una de oxígeno. Es el más importante de todos los nutrientes esenciales dentro de la química y el funcionamiento de los seres vivos. Supone el entre el 50-80% del peso total del organismo, dependiendo del contenido total de grasa .El 90% de la sangre es agua y el 97% de la orina es agua.

Aunque el ser humano puede sobrevivir sin agua alrededor de siete días en condiciones óptimas, una pérdida rápida de agua corporal (mayor del 20% del peso corporal) causada por una deshidratación, puede resultar fatal en un periodo de tiempo relativamente corto, incluso en unas horas [1].

El agua no proporciona energía en sí misma, pero la mayoría de los otros nutrientes esenciales para la vida sólo pueden ser aprovechados por el cuerpo humano gracias a la reacción de estos con el agua. El agua constituye la mayor parte del peso corporal y es el medio en el cual los demás nutrientes pueden actuar. Aunque el agua cumple diversas funciones en el metabolismo humano, una de las más importantes, especialmente para los deportistas, es la de regular la temperatura corporal [1].

Cuando el cuerpo pierde agua también pierde electrolitos, y como estos están implicados en numerosas funciones fisiológicas, como la contracción de los músculos y el equilibrio hídrico. Una modificación en los niveles de electrolitos puede afectar de forma negativa a la salud y en especial a la práctica del ejercicio físico [1].

Uno de los factores que más influye en la realización del ejercicio físico es la temperatura ambiente. Cuando la temperatura asciende, la combinación entre el calor ambiental y el aumento del calor corporal producido por el metabolismo del ejercicio puede perjudicar los suministros de agua del cuerpo, el estado electrolítico y la regulación de la temperatura corporal, lo cual tiene fatales consecuencias en el rendimiento del deportista, produciendo una disminución de la resistencia física, e incluso acarreando fatales consecuencias [1].

Desde los años 60, los científicos especialistas en medicina deportiva observaron que la capacidad de resistencia disminuía cuando se producía una excesiva sudoración y una pérdida excesiva de líquidos a causa del ejercicio. Esto sirvió para estudiar cómo se podía retrasar la aparición de la fatiga a través de la reposición de líquidos y al desarrollo de las bebidas isotónicas [1].

2.- Repaso de la fisiología y la bioquímica de los electrolitos y sus efectos en el cuerpo humano.

El agua, tal como hemos indicado anteriormente, es un compuesto químico formado de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Esto le convierte en un excelente solvente, que se encuentra localizado en el interior del organismo. Es una molécula angular con dos planos verticales de simetría, es, además, aceptor y donante de protones [2].

Gracias al agua, en el organismo se desarrollan una gran variedad de funciones y de reacciones químicas. El agua actúa como solvente para los productos de la digestión y como regulador de la temperatura corporal. Sirve para eliminar por la orina los elementos de desecho orgánicos. Tal solubilidad es importante en los procesos biológicos, en las estructuras celulares y en los sistemas, sanguíneo y excretorio, p.e.: orina, bilis. Son igualmente importantes en las fases lipídicas de las membranas permitiendo el funcionamiento adecuado de las mismas [2].

El agua que tenemos en nuestro organismo la podemos diferenciar cuatro tipos [2]:

1.- Agua endógena.

También denominada metabólica, es la obtenida desde los alimentos a través de los procesos metabólicos.

2.- Agua exógena. Es la procedente de las fuentes dietéticas como líquido o como componente de los alimentos. En un adulto significa unos 2000 ml por día.

3.- Agua libre. La parte del agua del organismo o de los alimentos que no está fuertemente unida con los coloides.

4.- Agua metabólica. También denominada de "combustión". Se origina en la combustión de los nutrientes. La oxidación de 1 g de carbohidratos, proteínas y grasas proporciona, aproximadamente, 0.60 g, 0.41 g y 1.07 g de agua, respectivamente. En un adulto significa unos 300 ml por día [2]. [2]

El **balance** del agua en el organismo es un difícil equilibrio entre ingestión y excreción de agua. La ingestión está controlada por el centro de la sed localizado en el hipotálamo y la excreción por la hormona vasopresina (hormona antidiurética o ADH), secretada por la hipófisis. Esta hormona favorece la disminución de la excreción del agua por el riñón, al aumentar la reabsorción de agua en los túbulos [2].

El agua procede de la ingestión como agua libre o formando parte de los alimentos, o también como producto del metabolismo oxidativo de los nutrientes [2].

El agua se elimina por el riñón (orina), la piel (sudor y perspiración insensible), el pulmón (aire espirado) y el tracto gastrointestinal (saliva y heces) [2].

El agua insensible, perdida por el pulmón y por la piel, significa cerca del 50% del movimiento del agua, sin tener en cuenta la sudoración [2].

El agua se encuentra en dos principales **compartimentos**: intracelular y extracelular (intravascular e intersticial). Existen pequeñas cantidades en el líquido cerebral, líquido sinovial, humor vítreo, humor acuoso y linfa [2].

La **fente** principal de donde obtenemos el agua es ella misma. También obtenemos agua de zumos de frutas, leche, infusiones, caldos y bebidas alcohólicas. El resto del agua procede de los alimentos sólidos cuyo contenido en agua varía desde el 95% en algunas frutas y hortalizas, hasta el 5% de las nueces [2].

Los **requerimientos de agua** en el adulto, en términos generales, son suficientes para una cifra de 1 ml/kcal ingerida. Las necesidades de agua aumentan en climas cálidos, con excesivo ejercicio físico, con quemaduras, fiebre y otras situaciones patológicas. La ingesta superior a 1.5 ml/ kcal puede conllevar riesgo de intoxicación por agua [2].

Los requerimientos en agua por parte del lactante necesitan especial atención debido al alto porcentaje de agua de su organismo. Los lactantes son más susceptibles a la deshidratación y tienen un alto ritmo metabólico acuoso. Se recomienda, como orientativo término medio de ingesta de agua, cifras de 1.5 ml/Kcal [2].

La ingesta de líquidos en forma de bebidas como el agua, la soda, la leche, el café y el té constituye el modo más importante de reponer el agua perdida. Sin embargo, los alimentos sólidos también nos aportan agua, y lo hacen de dos maneras diferentes. En primer lugar, los alimentos contienen agua en cantidades variables; algunos como la lechuga, el apio, el melón y la mayoría de las frutas contienen aproximadamente un 90% de agua, y muchos **otros alimentos más del 60%; incluso el pan, un alimento aparentemente seco, tiene un 36% de agua**[1].

En segundo lugar, el metabolismo de los alimentos para transformar en energía es un proceso que también produce agua. Las grasas, los hidratos de carbono y las proteínas crean agua al transformarse en energía. Recordemos la reacción que ocurre durante la metabolización de la glucosa y en la cual uno de los productos resultantes es el agua metabólica[1]:



IONES, SOLUCION, OSMOLALIDAD, OSMOLARIDAD

Una solución es una mezcla homogénea de dos componentes. En la solución, los iones están cargados positiva o negativamente y, con frecuencia, el agua proporciona a los iones la carga complementaria. La solución debe ser eléctricamente neutra y los iones deben moverse uno contra otro, anión sobre catión, y catión sobre anión, para crear una atmósfera iónica neutra [2].

Osmolalidad es la medida del número de osmoles de soluto por kilogramo de solvente[2].

Osmolaridad es el número de osmoles por litro de líquido[2].

Así, 1 mmol de un soluto no-polar, p.e.: sacarosa, da una solución de 1 mosmol, 1 mmol de una sal, p.e.: NaCl, se disocia para dar dos iones, y por tanto, una solución de 2 mosmol[2].

En los humanos, los principales contribuyentes a la osmolalidad son sodio y sus aniones: cloro, bicarbonato y sulfato, glucosa y urea. La osmolalidad plasmática término medio es de 287 mosmol por kilogramo[2].

Electrolitos (bibliografía de iones) (alimentación y nutrición)[2]

Los iones se definen como compuestos químicos que disociados en agua se separan en partículas hidratadas que portan cargas eléctricas [3-5].

Los electrolitos, por lo tanto, son iones libres que existen en los líquidos corporales. Los principales cationes en el líquido extracelular son el sodio y el potasio, mientras que los aniones principales son cloro y el anhídrido carbónico[3-5].

Iones positivos (cationes): sodio , potasio, calcio , magnesio

Iones negativos (aniones): cloro, bicarbonato , fosfato, sulfato, lactato, piruvato, acetoacetato

Anfolitos (portan muchas cargas) proteínas, polielectrolitos.[3-5]

Todos los pasos metabólicos resultan afectados en cierto grado por las concentraciones relativas y absolutas de estos electrolitos y que constituyen importantes factores determinantes de osmolalidad, estado de hidratación y el pH del líquido tanto intracelular como extracelular[3-5].

Además de las diferencias de concentración existentes entre los electrolitos del líquido intracelular y los del extracelular, también regulan los potenciales de la membrana y el funcionamiento normal del tejido nervioso y muscular[3-5].

Las concentraciones de electrolitos antiguamente expresadas en formas de mEq/l, se expresan en unidades SI como mmol/l. Puesto que 1 mEq equivalen a 1 mmol para los iones monovalentes, los valores numéricos para los cuatro electrolitos principales son los mismos utilizando cualquier sistema de unidades[3-5].

Iones	Depósitos	Suero	Orina/24 h	Necesidades/día
Zn	1,5-3 g	70-150 g/dl	150-1200 g 15-50 g	10-15 mg
Cu	70-80 mg	65-165 g/dl	1-50 g	1,2-1,4 mg
Mn	12-20 mg	0,4-1 ng/ml	5-100 g	2,5-5 mg
Se	3-60 mg	50-1000 ng/ml	<1 g	50-200 g
Cr	*	0,08-45 g/l	0,2-0,8 g	50-200 g
V	100 g	0,005-8,4 g/l	*	12-30 g
Si	*	*	*	20-45 mg
Co	*	*	*	*
As	*	*	*	12-25 g
Bo	*	*	*	1,7-7 mg
Ni	*	*	10-16 g	170-700 g
Mo	*	0,1-6 ng/ml	0,2-1,9 mg	0,15-0,5 mg
F	*	10-370 ng/ml		1,5-4 mg

Tabla 1.- Principales iones: necesidades y su distribución en diferentes localizaciones del cuerpo humano [5].

1.- Modificaciones del sodio con el esfuerzo físico:

Es el principal catión presente en el líquido extracelular. La concentración sérica de Na⁺ varía de 135 a 148 mmol/l en individuos sanos. Los valores críticos están entre < 120 y > 160 mmol/l [4, 6, 7].

La ingestión diaria de Na⁺ es de 100 a 250 mmol. Si la concentración de Na⁺ excede 110 a 130 mmol/l se excreta el mismo por la orina. El Na⁺ en la orina varía de 30 a 280 mmol/día y en función de la ingesta dietética. Hay que tener cuidado con la sal porque da más pérdida de potasio de la célula[4, 6, 7].

El Na⁺ se mide por la fotometría de emisión y metales alcalinos. La concentración electrolítica del sudor es de 46,8 mmol/l. En función de la carga de trabajo la pérdida de sodio es la siguiente[4, 6]:

La pérdida de sodio en el sudor en función de la carga de trabajo			
VO₂ max	sudor	orina	total
37%	11,5 mmol/l	2 mmol/l	14,2 mmol/l
56%	20,1 mmol/l	1,1mmol/l	23,3 mmol/l
74%	20,9 mmol/l	0,5 mmol/l	22,8 mmol/l

Tabla 2.- Pérdida de sodio en el sudor en función de la carga de trabajo[4, 6].

Solo son necesarios electrolitos cuando las pérdidas son superiores a 3-3,5 Kg. Las pérdidas de NaCl no dependen solo de la cantidad del sudor, ya que la adaptación y el entrenamiento protegen de la falta de sodio por excreción excesiva sea en forma de sudor o de orina; por eso pierde menos un individuo entrenado [4, 6-8].

El uso de los valores de sodio es para el diagnóstico y tratamiento de la deshidratación más que de la hiperhidratación [8, 9]. Existen interferencias:

- . *Hiperglucemia*: el sodio disminuye 1,7mEq/l por cada aumento de la glucosa sérica de 100 mgr/dl[7-9].
- . *Hiperlipidemia y la hiperproteinemia* provocan falsos resultados en la fotometría de llama pero no con las técnicas específicas de electrodos selectivos de iones para determinar el sodio[8].

Los requerimientos de sal están controlados por las hormonas suprarrenales y por la respuesta renal a los cambios habidos en la concentración de sodio plasmático [4, 6, 7].

La hiponatremia reduce la secreción de ADH, que va seguida de una pérdida renal de agua y de la consiguiente corrección[4, 6, 7].

La hipernatremia origina sed y secundariamente un aumento de la ingesta de agua[7].

2.- Modificaciones del potasio con el ejercicio:

Es el principal catión intracelular. Solo un 2% del contenido total del organismo es en forma de potasio extracelular, el resto está localizado en el compartimento intracelular. La dieta contiene entre 50 y 150 mmol potasio/día y su aporte es de 4 gr./día[7, 8].

El cociente potasio extracelular / intracelular es importante en el establecimiento de la diferencia de potencial de las membranas celulares [10].

Los riñones en general excretan entre 80-90% de la cantidad ingerida de ion potasio y regulan la concentración de este ion en el líquido extracelular[7].

La concentración prevista de K^+ en el suero es de 3,5 a 5,5 mmol/l. Valores críticos son adultos <2,5->6,5 mmol/l; en recién nacidos: <2,5 mmol/l a >8,0 mmol/l[7].

No hay umbral renal para el K^+ al contrario a lo que sucede con el Na^+ . En individuos normales, la excreción urinaria diaria es de 25 a 120 mmol, su cuantía se mide por la fotometría de emisión[4, 6, 8, 9].

Todos los tejidos animales o vegetales son más ricos en potasio que en sodio. Por tanto, las necesidades casi siempre quedan satisfechas su consumo habitual : 2-4 g / día [7].

La **regulación del nivel del K^+** , depende de[4, 6, 7]:

1.- Insulina: introduce el K^+ en la célula independientemente de la acción glucídica:

- aumento de K^+ estimula las células beta.
- descenso de K^+ inhibe las células beta.

2.- Glucagón: posiblemente aumentan los niveles.

3.- Catecolaminas: agonistas beta adrenérgicos producen una entrada de K^+ por medio de AMP cíclico.

4.- Osmoralidad:

- la acidosis produce aumento de K^+ plasmático.
- la alcalosis tiende a disminuir los niveles séricos de potasio al producir el paso de K^+ hacia el interior de la célula.

5.- El ejercicio: la concentración muscular aumenta la permeabilidad del K^+ del medio muscular y es más intenso en función de la intensidad del ejercicio. El K^+ es importante para la contracción muscular, así aumenta en el plasma con el ejercicio físico y disminuye en la célula. Los factores que condicionan el K^+ en plasma en el ejercicio dependen:

- a) salida de K^+ de las células.
- b) ejercicio realizado.
- c) eliminación con la orina y con el sudor.

Se produce un aumento en la eliminación urinaria de K^+ en ambientes calurosos por falta de hidratación; su déficit puede ser causa de fatiga y debilidad muscular.

6.- Contenido celular de K^+ : También modifica el nivel del mismo en la célula.

7.- Aldosterona: Esta hormona tiende a aumentar las pérdidas renales de potasio.[4, 6, 7]

3.- Modificaciones del cloro con el ejercicio:

Es el principal ion extracelular. La mayor parte del cloruro ingerido queda absorbido y el exceso se excreta conjuntamente con los cationes de la orina. Sigue al sodio en caso de aumento o disminución, lo que afecta al equilibrio del agua [3, 5, 7].

La concentración sérica normal es de 98 a 106 mmol/l. Valores críticos: < 80 ó >115 mmol/l. Si la muestra se obtiene después de comer, pueden encontrarse valores más bajos por la mayor síntesis de ácido clorhídrico por las células parietales del estómago. La producción urinaria/día de cloruro oscila entre 110 y 250 mmol[3, 5, 7].

La concentración de Cl^- en sudor en individuos sanos es de 5-35 mmol/l, pero en RN: 60-160 mmol/l. La medición de la concentración de ion Cl^- en sudor es útil para la fibrosis quística (en estos casos la secreción de Cl^- en el sudor aumenta de 2 a 5 veces superior a rangos de referencia)[3, 5, 7, 8].

El Cl^- se mide por titulación mercurimétrica, titulación coulombimétrica-amperimétrica, colometría mediante Hg y uso de electrodos específicos de iones[9].

Los fármacos que producen alteración del cloro son[3, 5]:

Fármacos que producen aumento de Cloro	Acetazolamida, cloruro amónico, andrógenos, clortiazidas, cortisona, estrogénos, guanetidina, hidroclorotiazida, metildopa y AINES.
Fármacos que producen descenso de Cloro	Aldosterona, bicarbonato, corticoides, cortisona, hidrocortisona, diuréticos del asa, tiacidas, triamterene.

Tabla 3.- Fármacos que producen modificaciones en el cloro [3, 5].

4.- Modificaciones del calcio con el ejercicio:

El calcio es el elemento mineral más abundante del cuerpo humano y el que ocupa el quinto lugar entre elementos más abundantes[7, 11].

Los niveles de calcio en el suero se mantiene entre 9,2-11 mg/dl; aunque cada rango debe ser establecido por cada laboratorio, así otros hablan de 8,4-10,5 mg/dl. En la práctica, sin embargo, incluso después de actividades físicas muy intensas, sus pérdidas resultan mínimas[7, 11].

Valores críticos: < 6 mg/dl (tetania) y > 14 mg/dl (coma)[7, 11].

El total de calcio en suero está compuesto por tres fracciones diferentes[7]:

- 1.- Calcio libre ionizado: 50% del calcio total.
- 2.- Calcio unido a aniones fosfato y citrato: 5% del total.
- 3.- Calcio ligado a proteínas del plasma (albúmina y globulina en grado limitado): 45% del total.

1.- CALCIO LIBRE:

Se determina por precipitación de oxalato cálcico y se redistribuye por acidificación, el mejor método para su determinación es la espectrofotometría de absorción clónica[7, 11].

2.- CALCIO IÓNICO:

Es de gran importancia fisiológica en el líquido extracelular, se le determina por electrodos selectivos. Calcio ionizado es la forma biológicamente activa y su concentración varía de 4 a 4,9 mg/dl[7].

Las variaciones del pH afectan importantemente la unión de calcio a las proteínas, modificando la concentración de calcio iónico sin alterar la concentración de calcio total (variaciones de 0,1 varían en 0,12)[7, 11].

3.- CALCIO UNIDO A PROTEINAS:

El 40% del calcio sérico se encuentra unido a las proteínas, del cual un 80-90% es a la albúmina. Las variaciones en la concentración de proteínas modifican la concentración de calcio, pero sin modificar la fracción ionizada, de este modo un aumento de ALB de 1gr/dl aumenta la concentración de calcio en 0,8 mg/dl mientras que en el caso de las globulinas ese aumento es de 0,16 mg/dl[7, 11].

Cuando la concentración de proteínas séricas está alterada se debe de realizar una corrección de los valores medios por la siguiente fórmula[7, 11]:

$$\text{Ca corregido} = \frac{\text{Ca medido}}{\frac{\text{Proteínas (g/dl)}}{0,6 + \frac{18,5}{\text{Proteínas (g/dl)}}}}$$

O bien: Calcio corregido= Calcio medido (prots totales x 0,676) + 4,87

Si es para la albúmina la corrección es:

Ca corregido= Calcio medido + (0,8*ALB).[7, 8]

5.- Modificaciones del fósforo con el ejercicio:

El fósforo es un elemento abundante en el cuerpo y omnipotente en su distribución: 85% se hallan presentes en el hueso en forma de hidroxapatita, 14% en tejidos blandos y 1% piezas dentarias, torrente circulatorio y fluido extravascular[11].

La mayor parte del fósforo presente en el líquido extracelular es inorgánico y solo 15% del fósforo sérico unido a las proteínas.; en cuanto a las cantidades relativas de los iones fosfato depende del pH[11].

En individuos sanos, el nivel sérico de fósforo varía de 2,4 a 4,7 mg/dl. En niños en edad de crecimiento son más altos de 4 a 7 mg/dl, además de un claro ritmo circadiano. Los valores críticos son < 1mgr/dl[7].

La comida también influye en sus niveles así comidas ricas en fósforo aumenta su cantidad y ricas en hidratos de carbono la disminuyen[7].

6.- Modificaciones del magnesio con el ejercicio:

Cuarto catión más abundante del cuerpo humano y segundo detrás del potasio a nivel intracelular y de importancia a nivel celular similar al potasio y fósforo, además posee múltiples acciones fisiológicas[12].

Interviene en más de 300 reacciones enzimáticas como[12]:

- . Activador, como parte integrante de metaloenzimas (incluyendo las que necesita el ATP).
- . Síntesis de ácidos nucleicos y proteínas.
- . Mantenimiento del equilibrio intracelular de sodio, potasio y calcio.

METABOLISMO[12]:

El contenido corporal de Mg en el adulto es de 20 a 30 gr, sus niveles no difieren de hombre a mujer, solo es levemente superior en la mujer durante la menstruación, su distribución:

- . 1% en los líquidos extracelulares.
- . Niveles séricos: 1,4-2,5 mEq/l.

- . 50% está en hueso.
- . 45% en líquido intracelular.
- . Valores críticos: < 0,5 mEq/l o > 3 mEq/l.

Existen alteraciones en la disociación entre las concentraciones de Mg sérico e intracelular en situaciones de descenso de potasio y toxicidad digitalica[12].

La absorción se realiza en el yeyuno e íleon, oscilando entre 30-70% dependiendo de la forma de administración y de la presencia de otros iones, aunque sus depósitos y su concentración sérica están regulados por el riñón[12].

Los requerimientos diarios son de 300-400 mg y se encuentran fundamentalmente en verduras, legumbres, cereales y productos animales[12].

Actualmente se ha magnificado su importancia en el mundo del deporte por[12]:

- . La síntesis 2,3 DPG es magnesio dependiente.
- . Sus alteraciones ECG tienen puntos en común con el K⁺.
- . Parece tener relación con la aparición de convulsiones tipo epileptoide en corredores.
- . Últimamente parece haber relaciones del magnesio con el consumo máximo de oxígeno en cinta rodante.
- . El cambio de la dieta produce cambios en el Mg [12].

3.- Tipos de bebidas que existen en el mercado. Análisis comparativo.

Sería necesario precisar que la mayor parte de las aguas que bebemos contienen sustancias adicionales. En algunas zonas el agua contiene cantidades considerables de minerales diversos, como calcio, sodio, magnesio, hierro, cinc y plomo. Algunos minerales, como el sodio y el plomo en exceso, acarrear problemas **para la salud, mientras que otros, como el calcio y el magnesio, son** beneficiosos. Asimismo, en el agua podemos encontrar otro tipo de sustancias. Lefferts constató la existencia de más de 700 contaminantes en el agua potable para consumo humano, entre los que se encuentran sustancias químicas orgánicas, por ejemplo pesticidas. [1]

En el Safe Drinking Water Act (Acta para una ingesta de Agua Segura), la Environmental Protection Agency (EPA) (Agencia de Protección medioambiental) establece los niveles contaminantes máximos permitidos de las sustancias más perniciosas y la mayor parte de las plantas depuradoras de agua municipales se ajusta a dichos niveles. En términos generales, el suministro municipal de agua en USA y Canadá puede considerarse seguro. Si además incorporamos filtros agua a nuestros grifos, esto será de gran ayuda para eliminar sustancias indeseables, como el cloro y otros derivados de éste. Podemos encontrar muchos tipos de filtros depuradores de agua en el mercado[1].

En 1996 la Food and Drug Administration (FDA) proporcionó unas pautas para la definición de las aguas embotelladas. **El agua artesana se saca de pozos que perforan los acuíferos cerrados.** El agua mineral procede de manantiales subterráneos protegidos y debe contener minerales que la distinguen de otras aguas. El agua de manantial fluye de forma natural y procede de manantiales subterráneos. El agua depurada se obtiene mediante destilación u otro procedimiento similar. Las aguas embotelladas tienen que ajustarse a los mismos niveles de seguridad que los suministros municipales de agua. Alrededor de un 85% de los fabricantes de agua embotellada pertenecen a la International Bottled Water Association (IBWA), la cual establece para **sus miembros unos niveles de seguridad aún más exigentes que** los de la FDA. Las personas que consumen agua embotellada deben saber que aproximadamente un 25% de esta agua no es más que agua del grifo que ha pasado por un proceso de depuración **y que, además, las aguas embotelladas pueden carecer de flúor**, un mineral que se suele añadir a la mayoría de las fuentes de **suministro de aguas municipales**[1]

Al practicar deporte se eleva la temperatura corporal. Para regularla, se produce la sudoración, que supone que nuestro organismo pierda agua y sales minerales. A su vez, la pérdida de estas sales hace que disminuya el rendimiento físico y que la recuperación sea más lenta. Las bebidas isotónicas contienen azúcares y sales minerales a la misma presión osmótica que la sangre[1]

La composición de la bebida isotónica hace que el líquido salga del estómago, pase al intestino donde es absorbido y de ahí llegue al torrente sanguíneo sin dificultad, lo que favorece la rápida asimilación de sus constituyentes[1]

Ingerir bebidas isotónicas favorece el rendimiento deportivo y ayuda a reponer rápidamente las pérdidas ocasionadas por el ejercicio físico intenso. Durante un entrenamiento, e incluso en el transcurso de una competición deportiva en un ambiente caluroso y húmedo que dure menos de una hora, es suficiente con mantener una adecuada hidratación bebiendo agua antes, durante y después del ejercicio. [1]

Su aporte de **agua** evita la deshidratación, y la concentración de **hidratos de carbono** en un 6%-8% es efectiva para mantener el equilibrio de líquidos, proporcionar energía, reducir la degradación de las reservas de glucógeno, ayudar a mantener estables los niveles de glucosa en sangre y acelerar la asimilación del agua. Si la bebida tuviera menos del 5% de azúcares, adolecería de poco valor energético, pero si superara el 10% se retrasaría el vaciamiento gástrico y la absorción de agua, lo que podría provocar diarrea y molestias gastrointestinales [1].

La combinación de hidratos de carbono simples y complejos dependerá del objetivo que se pretenda [1]).

No obstante, con el fin de evitar la “pájara” causada por la hipoglucemia (descenso de los niveles de glucosa en sangre) y la disminución del rendimiento, siempre que se hace ejercicio físico se puede recurrir a las bebidas isotónicas. [1]

Cuando el ejercicio es intenso y duradero o se practica en un ambiente caluroso con abundante pérdida de sudor, el cuerpo pierde agua y electrolitos y disminuyen el azúcar en sangre y el glucógeno. Conviene reponer rápidamente estas sustancias, función que cumplen las bebidas isotónicas, que aportan 300 calorías por litro e, ingeridas antes y durante el ejercicio, ayudan a retrasar la fatiga y mejorar el rendimiento; consumidas después de la actividad, aceleran la recuperación. [1]

Estas bebidas también acortan el tiempo de diarrea. Son similares al suero oral que venden las farmacias, pero saben mejor. [1]

Se han estudiado ocho bebidas isotónicas con formatos desde 200 mililitros hasta un litro, y sabor ácido o a limón o de sabor naranja. [1]

Sus componentes básicos son: agua, hidratos de carbono simples (glucosa, fructosa, glucosa, dextrosa, sacarosa) y complejos (polímeros de glucosa, como las maltodextrinas) y sales minerales (sodio, potasio, cloro y fósforo). [1]

Algunas incorporan magnesio, calcio, ácido cítrico, vitaminas, colorantes, aromatizantes y edulcorantes. [1]).

En la tabla siguiente (tabla 4) ponemos sus características.

BEBIDAS ISOTÓNICAS								
MARCA	ISOSTAR	UPGRAD E	POWERAD E	AQUARIUS	GATORADE	NUTRISPORT	SANTIVERI	Hydra Sport Aptonia
Precio (euros/litro)	2,38	1,2	2,1	1,26	2,06	3,22	5,75	1,5
Etiquetado	Incorrecto	Correcto	Correcto	Correcto	Incorrecto	Incorrecto	Correcto	Incorrecto
Azúcar								
Fructosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,2	2,8	7,1	no se especifica
Glucosa (%)	0,4	0,5	1,1	1,3	1,6	1,5	0,3	no se especifica
Sacarosa (%)	4,3	4,7	4,3	3,5	2,2	no contiene	0,3	no se especifica
Maltosa (%)	1	no contiene	no contiene	no contiene	0,6	0,5	no contiene	no se especifica
Total azúcares (carbohidratos sencillos)(%)	6,1	5,7	6,5	6,1	5,06	4,8	7,7	3,8
Minerales								
Sodio (mg/100 ml)	70,8	23,9	52,5	23,2	51,1	37,2	37,7	22
Potasio (mg/100 ml)	18,4	7,5	5,6	2,1	15,8	30,1	32,2	0
Magnesio (mg/100 ml) (%CDR)	12,7 (4,2%)	2,1 (0,7%)	2,1 (0,7%)	0,3 (0,1%)	5,3 (1,8%)	3,4 (1,1%)	6,8 (2,3%)	0
Calcio (mg/100 ml) (%CDR)	31,2 (3,9%)	7,2 (0,9%)	3,2 (0,4%)	2,2 (0,3%)	0,7 (0,1%)	10,8 (1,4%)	12,4 (1,6%)	0
Cloruros (mg/100 ml)	43,8	30,3	6,4	25,7	46,8	25,2	106,5	0
Fosfatos (mg/100 ml)	41	17,6	No contiene	5,6	25	65	12,3	0
Vitaminas								
Vitamina C (ácido ascórbico) (mg/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	8,8 (14,7%)	14,6 (24,3%)	no contiene
Vitamina B1 (tiamina) (mg/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	0,3 (21,4%)	No contiene	0,04 (3,6%)
Vitamina B2 (riboflavina) (mg/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	0,2 (12,5%)	No contiene	No contiene
Vitamina B6 (piridoxal)	No	No	No	No	No	0,4 (20	No	No

(mg/100 ml) (% CDR)	contiene	contiene	contiene	contiene	contiene	(%)	contiene	contiene
Pantotenato cálcico (mg/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	1,3 (21,7 %)	No contiene	No contiene
Vitamina B12 (cianocobalamina) (g/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	0,2 (20 %)	No contiene	No contiene
Vitamina A (retinol)(g/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	1859 (232,4 %)	No contiene
Vitamina E (mg/100 ml) (% CDR)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	1,6 (16 %)	16,5 (165%)	No contiene
Colorantes1								
Amarillo quinoleina (E-104) (ppm)	1,3	No contiene	No contiene	No contiene	2,3	9,9	No contiene	No contiene
Amarillo anaranjado (E-110) (ppm)	0,5	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene
Edulcorantes2								
Aspartamo (E-951)(ppm)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	42,5	No contiene	No contiene
Glucosa (E-950) (ppm)	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	No contiene	42,2	No contiene	No contiene

CDR: porcentaje de la cantidad diaria recomendada que suministran 100 mililitros de la bebida para cada uno de los nutrientes. (1) Colorantes: Ambos son colorantes artificiales.

Tabla 4 .- Estudio de la composición de diferentes bebidas.

BEBIDAS ISOTONICAS

Conclusiones:

Su aporte de **agua** evita la deshidratación, y la concentración de **hidratos de carbono** en un 6%-8% es efectiva para mantener el equilibrio de líquidos, proporcionar energía, reducir la degradación de las reservas de glucógeno, ayudar a mantener estables los niveles de glucosa en sangre y acelerar la asimilación del agua. Si la bebida tuviera menos del 5% de azúcares, adolecería de poco valor energético, pero si superara el 10% se retrasaría el vaciamiento gástrico y la absorción de agua, lo que podría provocar diarrea y molestias gastrointestinales[13]

La combinación de hidratos de carbono simples y complejos dependerá del objetivo que se pretenda conseguir con la bebida. En deportes de corta duración y alta intensidad se recomiendan bebidas isotónicas que lleven glucosa, y en los de larga duración e intensidad media-alta, se aconsejan las que combinan hidratos de carbono simples y complejos. El uso de hidratos de carbono diferentes mejora la absorción intestinal de agua. La glucosa es el azúcar clave del metabolismo y nuestro cuerpo la utiliza como fuente de energía, y la fructosa no

debería ser el carbohidrato predominante si se pretende un aporte rápido de energía, porque se absorbe más lentamente que la glucosa y puede causar molestias gastrointestinales aunque hace más agradable la bebida [13]

No se ha determinado la cantidad total de hidratos de carbono, sino sólo los hidratos de carbono sencillos (de rápida asimilación), que son glucosa, fructosa, maltosa y sacarosa. En estas bebidas puede haber hidratos de carbono complejos, como las maltodextrinas, cuyas cantidades no se han tenido en cuenta porque al ser su estructura más compleja (se tienen que transformar), su asimilación es más lenta y su aporte energético sólo será disponible más tarde [13].

Los contenidos en azúcares sencillos variaron desde el 4,8% de Nutri Sport hasta el 7,7% de Santiveri. Todas, excepto Nutri Sport -no tiene sacarosa- incorporan fructosa, glucosa y sacarosa. Gatorade, Isostar y Nutri Sport añaden también maltosa. Gatorade e Isostar tienen más glucosa (3,4%) que fructosa (2,4%). Powerade, Up Grade y Aquarius aportan cantidades similares de ambos azúcares sencillos, en torno al 3%, pero en Santiveri y Nutri Sport predomina la fructosa sobre la glucosa, lo que se considera poco conveniente.

La diferencia entre ambos azúcares es muy acusada en Santiveri (7,1% de fructosa frente al 0,3% de glucosa). [13]

El aporte de **sales minerales** no es necesario tras ejercicios de menos de una hora de duración, salvo en caso de mucho calor y sudoración, aunque, sodio, cloro y potasio mejoran el sabor de las bebidas y favorecen la hidratación en los deportistas. Las siete bebidas isotónicas suministran sodio, potasio, magnesio, calcio, cloro y fósforo.

Isostar aporta las mayores cantidades de sodio, magnesio y calcio, y Santiveri las de potasio y cloruros.

En cuanto a los fosfatos, la mayor cantidad la ofrece Nutri Sport y Powerade no contiene este mineral.

Hay suficiente concordancia entre las cantidades indicadas en los etiquetados con las obtenidas en el laboratorio en magnesio, sodio, potasio y calcio. Con el cloro y el fósforo no se pudo realizar esta comprobación.

Isostar, Up grade, Powerade, Aquarius, Gatorade, Nutri Sport, Bebida isotónica Santiveri y Bebida isotónica de naranja de Hacendado tienen unos valores de minerales dentro de la cantidades diarias recomendadas (CDR).

Las bebidas isotónicas Isostar, Up grade, Powerade, Aquarius, Gatorade, Nutri Sport, Bebida isotónica Santiveri suministran todas sodio, potasio, magnesio, calcio y cloro

Dentro de estas, que tienen valores dentro de la CDR, Isostar aporta las mayores cantidades de sodio, magnesio y calcio, y Santiveri las de potasio y cloruros.

En cuanto a los fosfatos, la mayor cantidad la ofrece Nutri Sport, y Powerade no contiene este mineral.

Las bebidas de Aptonia contienen solo sodio y en cantidades más bajas que las demás. La de Hacendado no contiene calcio ni fosfatos.

ISOSTAR: contiene las mayores cantidades de sodio, magnesio y calcio dentro de valores que no sobrepasan los de las cantidades diarias recomendadas.

POWERADE: tiene la menor cantidad de cloruros, a excepción de las de Aptonia y la de Hacendado, que no lo contienen.

GATORADE: contiene la menor cantidad de calcio dentro de los que contienen este mineral (no lo tienen los de Aptonia ni la de Hacendado).

AQUARIUS: contiene las menores cantidades de sodio y potasio. Tiene la menor cantidad de magnesio, a excepción de las bebidas de Aptonia (menos HYDRA RECOVERY limón, que sí contiene magnesio) y la de Hacendado.

NUTRISPORT: la que mayor cantidad de fosfatos presenta.

UP GRADE: tiene uno de los menores contenidos en sodio.

SANTIVERI: es la que menor cantidad de potasio contiene. La de menor cantidad de cloruros (a excepción de las Aptonia, que no lo contienen).

HYDRA SPORT de limón, de Aptonia: contiene el que menos contenido de sodio en 100 ml de la cantidad diaria recomendada (CDR), y no tiene magnesio.

Sólo Santiveri y Nutri Sport añaden **vitaminas**. Santiveri ha enriquecido su producto con vitamina C, A y E, mientras que Nutri Sport tiene vitamina C, B1 B2, B6, pantotenato cálcico, vitamina B12 y vitamina E. También ha introducido vitaminas del grupo B hydra Sport de Aptonia.

Quien beba una botella (500 ml) de Nutri Sport, ingiere el 100% de la cantidad diaria recomendada (CDR) para las vitaminas B1, B6, B12 y pantotenato cálcico, pero no de todas las vitaminas añadidas al producto, que es lo que se indica en su etiqueta. Y al beber el contenido (200 ml) de un envase de Santiveri se ingiere el triple de la CDR para la vitamina E y casi cinco veces más de la CDR para la vitamina A (retinol)[13].

Las vitaminas A y E son liposolubles (para su aprovechamiento óptimo es necesario ingerirlas con alimentos que contengan grasa), mientras que el resto son hidrosolubles (del grupo B). ([13]

Ingerir vitaminas hidrosolubles en cantidad mayor de la necesaria no plantea problemas hasta cierto punto (hay estudios que demuestran que un gramo de vitamina C al día favorece la aparición e cálculos renales), porque no se almacenan y son eliminadas con la orina, pero el exceso de vitaminas liposolubles se almacena en el organismo no eliminándose tan fácilmente. La vitamina A a partir de una cantidad equivalente a la que proporcionan cinco envases de la bebida isotónica de Santiveri puede resultar tóxica para el organismo humano si este consumo se repite durante varios días consecutivos. [13]

Santiveri es la única que contiene aminoácidos esenciales, que facilitan la recuperación muscular tras esfuerzos intensos y devienen útiles para frenar la pérdida de proteína muscular originada por el entrenamiento o competición de deportistas de alto rendimiento. (.

Nutri Sport es la única con **edulcorantes artificiales**. Es un uso no justificado, porque estas bebidas contienen azúcares naturales. Los edulcorantes de Nutri Sport son acesulfano K (E-950) y aspartano (E-951). El primero es inocuo pero el aspartano no lo es para personas con niveles elevados de fenilalanina en sangre; por ello, debe incluir la mención "Contiene una fuente de fenilalanina". La máxima ingesta diaria admisible de aspartano es de 40 mg por kilo de peso corporal. La cantidad de aspartano en Nutri Sport es de 4 mg/100 ml. [13]

Por último, Gatorade, Powerade, Nutri Sport e Isostar utilizan colorantes artificiales. Las tres primeras añaden amarillo de quinoleína (E-104), mientras que Isostar, además, incorpora amarillo anaranjado (E-110).

HYDRA SPORT de limón, de Aptonia: contiene el E330, E202 y E242.

4.- Necesidades reales de hidratación y suplementación mineral y en el deportista:

4a) en el entrenamiento.

4b) en la competición.

4c) en la recuperación.

1.- Introducción:

El agua es el componente mayoritario (representa el 70 por ciento del peso corporal magro de un sujeto adulto) y principal del cuerpo humano y por lo tanto esencial para la vida. Por ello el mantenimiento de su volumen permite el correcto funcionamiento del organismo y nos posibilita la realización de ejercicio físico [14].

El agua sirve de vehículo de sustancias orgánicas e inorgánicas necesarias para la vida de la célula. Muchas de las sustancias disueltas en el agua están representadas por sales en forma de electrolitos (sodio, cloro, potasio, etc.), por lo que no sólo es importante la cantidad de agua ingerida, sino también la correcta relación entre la cantidad de sales y el volumen de agua en la que éstas están disueltas. Los electrolitos ayudan a regular el equilibrio hídrico, la función nerviosa y la contracción muscular [15].

El deportista utiliza el agua para las mismas funciones que los sedentarios, es decir, para la refrigeración, el transporte de nutrientes, la lubricación de articulaciones, la eliminación metabólica de los desechos, la digestión y la absorción [16]. Sin embargo, en el deportista, el agua tiene una función trascendental en la regulación de la temperatura, ya que tanto la contracción muscular como el trabajo en ambiente caluroso elevan mucho la temperatura corporal y para reducirla tiene que aumentar la producción de sudor; lo que significa que el deportista pierde el agua a un ritmo más rápido, por lo que deberá beber con más frecuencia y sin esperar a tener sed [14, 16].

Las necesidades de agua del cuerpo humano dependen del peso corporal de cada individuo y varían en cada una de las etapas de su vida. En condiciones normales tanto de temperatura como de actividad física, un adulto necesita 1ml de agua por cada caloría ingerida, lo cual significa aproximadamente una ingesta de 2000 ml de agua para una mujer adulta y 2800 ml para un hombre adulto o, lo que es lo mismo, unos dos o tres litros al día. Esta cantidad parece ser suficiente para mantener un equilibrio hídrico corporal adecuado [17].

Pérdida e ingesta diaria de agua para el mantenimiento del equilibrio hídrico para una mujer adulta sedentaria (60 kg) [17]	
Perdida de agua	
Orina	1100ml
Agua en heces	100 ml
Pulmones (aire exhalado)	200 ml
Piel (transpiración imperceptible)	600ml
Total	2000 ml
Ingesta de agua	
líquidos	1000 ml
Agua contenida en alimentos sólidos	700 ml
Agua metabólica	300ml
Total	2000 ml

Tabla 5.- Pérdida e ingesta de agua para el mantenimiento del equilibrio hídrico para una mujer sedentaria de 60Kg [17]

El equilibrio hídrico del cuerpo se mantiene cuando la cantidad de agua que ingerimos es igual a la cantidad de líquidos que perdemos. Con las heces se pierde una pequeña cantidad de agua, y lo mismo ocurre al exhalar el aire durante la respiración, con la cual llegamos a perder un 30% del total del agua que perdemos [17].

La pérdida de agua a través de la transpiración o el sudor se ve incrementada de forma considerable durante el ejercicio o cuando la temperatura ambiente es elevada, pero es a través de la orina como perdemos la mayor cantidad de agua. Esta pérdida puede aumentar al tomar diuréticos, entre los que se incluyen el alcohol o la cafeína, o al seguir una dieta alta en proteínas, en cuyo caso se **produce urea, sustancia que los riñones necesitan** eliminar y por lo tanto lo hace a través de la orina [17].

Tal como hemos indicado, las necesidades de agua del ser humano vienen siendo de unos 2000 ml/día [18]. Sin embargo, tal y como señala Barbany en el 2002, en un varón de 70 kg que practica ejercicio moderado en condiciones climáticas habituales, las necesidades de agua se incrementan hasta los 2300 ml/día; y si realiza ejercicio largo e intenso, sus necesidades se incrementan hasta los 4500 ml/día. Otros autores [15, 19] señalan, que como norma general, la cantidad de agua perdida durante la realización de un ejercicio físico intenso y con una temperatura ambiental moderada es de 1-1,5 litros/hora (hay que tener en cuenta que además de perder agua por el sudor, también se pierden electrolitos: sodio, potasio, magnesio y cloro, que los podemos reponer consumiendo alimentos ricos en sales minerales o bebiendo una solución electrolítica). A la vista de estos datos, es evidente que a medida que aumenta la duración o la intensidad del ejercicio (o los dos factores a la vez) y que la temperatura ambiente sea más elevada, habrá una mayor necesidad de agua; por lo que puede existir un mayor desequilibrio entre las pérdidas (orina, perspiración, aire espirado, sudoración y heces) y la ingesta de agua (bebida, agua de los alimentos sólidos y el agua metabólico), a favor de la pérdida de agua; lo que tendrá una influencia negativa tanto sobre el rendimiento como sobre la integridad física del deportista [17, 20-22].

Para compensar la pérdida de agua durante la actividad física, el deportista debe ingerir agua antes, durante y después del ejercicio. De esta forma nos aseguramos una correcta hidratación que garantiza unas condiciones perfectas en el organismo, evita los golpes de calor y proporciona más energía.

Conscientes de estas evidencias científicas, tenemos que considerar que las necesidades de agua diaria de un deportista son superiores a las de una persona sedentaria; por lo que las pirámides de alimentación para esta población tan específica [23] recomiendan un consumo diario de 2 litros (8 vasos de agua de 250 ml/día), además de la que tienen que beber en los entrenamientos y en la competición [17]. Es tan importante el agua, y por lo tanto la hidratación correcta, que algunos autores consideran a la botella de agua como parte integrante del uniforme deportivo [16].

2.- Pautas de hidratación en el entrenamiento, competición y recuperación:

La estrategia de hidratación debe contemplar en primer lugar las características fisiológicas y médicas del deportista. En segundo lugar, debe evaluar las necesidades impuestas por el tipo de deporte (Barbany en el 2002, señala la variabilidad de la pérdida de agua en función de distintos deportes: fútbol 2,5 litros, baloncesto 1,5 litros, maratón 3,5 litros, carrera de 100 metros 0,15 litros), la duración de la competición, la temperatura y humedad, las oportunidades de ingerir líquidos y la optimización de la velocidad de vaciamiento gástrico (el vaciado gástrico es una expresión que describe el volumen de comida o de bebida que deja el estómago por unidad de tiempo); cumpliéndose el criterio de que a mayor volumen de fluidos ingeridos mayor será la velocidad de vaciamiento gástrico. Este criterio se cumple hasta un volumen de 600–700 ml, a partir del cual no tiene por qué mantener dicha relación [22, 24-26]. Sin embargo, volúmenes grandes consumidos durante el ejercicio pueden causar molestia a los deportistas debido a la distensión abdominal [17].

Se calcula que las cantidades óptimas de absorción intestinal de agua oscilan entre 600 y 800 ml/hora y unos 60 g/hora para la glucosa. Cuando se bebe más de un litro/hora de bebida deportiva, los excedentes pueden acumularse a nivel digestivo y provocar molestias intestinales [27]. De forma similar, cuando la bebida tiene un exceso de hidratos de carbono simples, pueden causar en el intestino un efecto osmótico invertido, produciendo molestias gastrointestinales como cólicos y diarreas [28].

Para que la hidratación sea correcta, es necesario que el deportista se encuentre hidratado adecuadamente a lo largo del día (no tener sed), además de conocer las pautas adecuadas relacionadas con el ejercicio; es decir, saber cómo hidratarse antes, durante y después del ejercicio [14].

a) Hidratación Antes del Ejercicio o en el entrenamiento.

Cada vez se tiene más en cuenta este factor, puesto que se ha de mostrado que una leve deshidratación (inferior al 2% del peso corporal) produce un impacto negativo en la resistencia y el rendimiento, por lo que a mayor nivel de deshidratación previo al entrenamiento o a la competición peor rendimiento [29, 30].

Benardot en el 2001, establece unas normas generales para la hidratación de los deportistas antes del ejercicio[16]:

- La sensación de sed no puede ser considerada como un indicador de necesidad de líquido, sino como una sensación de emergencia que se produce cuando la pérdida de agua supone el 1% del peso corporal. Hay que tener en cuenta que durante la práctica de ejercicio se puede retrasar la sensación de sed, por lo que el deportista puede necesitar una mayor pérdida de agua antes de que tenga sed. Esto significa que los deportistas deben acostumbrarse a beber líquidos frecuentemente si esperar a tener sed.
- Aproximadamente 1 hora antes del ejercicio, el deportista debe consumir entre 400 y 500 ml de agua, para asegurarse una hidratación adecuada y un buen vaciado gástrico. Además de agua y electrolitos, los estudios científicos se dividen entre los que aconsejan el consumo de hidratos de carbono de índice glucémico medio (melazas o el famoso plátano no muy maduro, para que el almidón no se haya transformado en fructosa) y los que aconsejan los de índice glucémico elevado (glucosa, sacarosa, maltodextrinas, fructosa, etc.). Después de esto,

Benardot (2007) [31] aconseja ir tomando sorbos de líquidos de 100 a 125 ml cada 15 minutos, con el fin de mantener el estado de hidratación antes de la competición. Sin embargo, McArdle, Match y Katch (2004) aconsejan que estos 500 ml de líquido antes del ejercicio se pueden tomar de una sola vez o dividirlos en 3 tomas de 150 ml cada 20 minutos; y si el ejercicio que se va a realizar va a durar más de 1 hora, también recomiendan añadir hidratos de carbono de índice glucémico elevado en las 2 últimas tomas (en este caso puede ser adecuado el uso de las bebidas isotónicas)[32].

- Los deportistas que buscan sobrehidratarse (estrategia típica de los corredores de larga distancia en entornos muy calurosos y húmedos), tiene que tener mucho cuidado, especialmente si lo hacen utilizando el glicerol (1 g/kilo de masa corporal, añadido al agua), para evitar el riesgo de hiponatremia [33-35].
- Se deben evitar alimentos y bebidas que tengan cafeína o sustancias relacionadas (que habitualmente se pueden encontrar en el café, té, chocolate y bebidas de soda), ya que son diuréticas y facilitan la excreción de agua; y por lo tanto la deshidratación.

b) Hidratación Durante el Ejercicio

Tiene por objeto mantener un balance hidroelectrolítico y un volumen plasmático adecuado, así como el aporte de energía; lo que según Greenleaf y Castle (1971) y Benardot (2007), produce unos claros beneficios para el deportista, tales como un mejor mantenimiento del rendimiento y una ralentización de la elevación del latido cardiaco y la temperatura corporal interna inducidos por el ejercicio [31, 36]. Tal y como señalan Lyie, Lewis, Richards et al (1994), un error en el consumo de fluidos suficientes durante el ejercicio es un factor de riesgo importante en la aparición de agotamiento por calor [37].

La mayor parte de las investigaciones en las que se han relacionado la hidratación adecuada con rendimiento deportivo, han utilizado tanto agua corriente (agua del grifo) como bebidas deportivas que contienen, en diferentes grados, hidratos de carbono y electrolitos. Los resultados de estos estudios coinciden al confirmar la importancia del consumo de fluidos durante el ejercicio. Sin embargo, si al agua se le añaden carbohidratos y electrolitos en las soluciones de rehidratación, el deportista mejora la capacidad para mantener o aumentar el trabajo durante el ejercicio y retrasar el tiempo de aparición de la fatiga [38, 39], con independencia del deporte de que se trate.

La concentración y el tipo de carbohidratos son consideradas como variables importantes a la hora de elegir entre distintos tipos de bebidas durante en ejercicio; y aunque no existen grandes diferencias entre los distintos tipos de carbohidratos (glucosa, sacarosa, maltodextrinas y el almidón.) sobre el rendimiento deportivo [40], hay que tener en cuenta que las bebidas que contienen fructosa pueden causar alteraciones intestinales y entorpecer la absorción de agua, ya que su absorción se realiza por transporte pasivo y en la parte final del intestino delgado [27, 41], y las maltodextrinas son menos dulces que la sacarosa y la fructosa, lo que hace que las soluciones no resulten empalagosas [21, 27, 30].

El volumen de carbohidratos que se aporta durante el ejercicio también es otra variable a tener en cuenta, ya que si la cantidad es demasiada o se aporta demasiado rápidamente, se pueden producir alteraciones intestinales, disminuyendo la cantidad de líquido que llega al músculo y a la piel (al menos temporalmente); y por el contrario,

si el líquido contiene poca cantidad, puede que no se obtenga ningún beneficio para el rendimiento. Por todo ello, Benardot (2007) propone consumir 1 gramo de carbohidratos/minuto de ejercicio [31]; y para alcanzarse esta ingesta, han de beberse soluciones que contengan entre un 6 y un 8 por ciento de carbohidratos en un volumen de 0,6 a 1,2 litros/hora [42, 43]. Si las concentraciones de carbohidratos superan este 8%, podemos encontrarnos que se retrase el vaciamiento gástrico y no se mejore ni sea más rápido su metabolismo durante el ejercicio [44]; mientras que si se mantienen dentro de este intervalo, los carbohidratos se absorben más rápidamente que el agua sola por el intestino delgado (favorece también la absorción del agua y del sodio), facilitando el mantenimiento de líquidos y la utilización de los carbohidratos por el organismo de manera más eficaz [27].

Con respecto a los electrolitos que tienen que tener las bebidas durante el ejercicio, el ión sodio es el único que añadido a estas bebidas proporciona beneficios fisiológicos. Una concentración de Na^+ de 20 a 50 mmol/L (460-1150 mg/L) estimula la llegada máxima de agua y carbohidratos al intestino delgado y ayuda a mantener el volumen de líquido extracelular [45]. Las pérdidas de potasio son mucho menores (4-8 mmol/L), lo que asociado a la hiperpotasemia observada en los esfuerzos físicos intensos hace que sus requerimientos no sean tan necesarios [46].

Hay que tener en cuenta que durante la realización de ejercicio, no todo el peso corporal que se pierde se debe al déficit hídrico, ya que parte del agua que se elimina por el sudor corresponde a la retenida por el glucógeno hepático y muscular que se libera al consumirse éste; y al mismo tiempo, la oxidación de los nutrientes para la obtención de energía por el metabolismo oxidativo produce agua [47]. Esto hace que aunque seguimos diciendo, como norma general de hidratación, que hay que beber sin tener sed, beber lo más posible, que a partir de la media hora de ejercicio empieza a ser necesario compensar los déficits hídricos y que a partir de una hora es imprescindible, que el volumen de agua ingerida tiene que ser de 150 a 250 ml (unos 2,5 ml/kg) cada 15-20 minutos [14]; en el deporte de larga distancia, las recomendaciones actuales son otras:

- Tener sed para beber.
- No beber todo lo que se pueda.
- Bebida fresca (entre 10 y 15 grados centígrados). Si la temperatura ambiente es muy fría y en deportes de invierno o de montaña, es recomendable dar bebidas moderadamente calientes [14].
- Beber de 400-500 ml/hora (6-8 ml/kg/hora) o 150-200 ml cada 20 minutos, que es la cantidad que se aproxima a la ingerida por los maratonianos de elite [48, 49].
- Es conveniente perder algo de peso durante el ejercicio, cerca de un 1 a un 2% del peso corporal durante la prueba del maratón [50].

¿Todos los deportistas tienen que hidratarse durante la competición?:

La respuesta es claramente NO.

Tal y como señala Benardot (2007), en la adaptación que realizó de la tabla de O'Connor (1996) sobre la rehidratación en diferentes deportes durante la competición, existen diferentes modelos[31, 51]:

- Las competiciones de menos de 30 minutos (Ej.: lanzamientos, gimnasia, tiro olímpico, etc.), no necesitan rehidratación durante; aunque cuando se realizan mediante series o pruebas de clasificación, la rehidratación hay que realizarla entre cada una de ellas.
- Las competiciones intermedias de menos de una hora (carrera de 10 km, ciclismo en pista, etc.), la reposición de líquidos es necesaria antes, durante y después de las mismas.
- Las competiciones de resistencia (más de 1 hora; ej.: maratón, triatlón olímpico, etc.), la reposición de líquidos es necesaria antes, durante y después de las mismas, variando las cantidades en función de las condiciones ambientales, el almacenamiento inicial de glucógeno y la intensidad del ejercicio.
- En las competiciones de ultrarresistencia (Ej.: iroman, ciclismo en ruta, etc.), se aconseja realizar un aporte hídrico (con electrolitos y carbohidratos) cada 10 minutos (además del antes y el después). En el caso de que la organización del evento no contemple estas necesidades, se deberá establecer un plan de transporte y consumo. Al igual que en el caso anterior, las cantidades varían en función de las condiciones ambientales, el almacenamiento inicial de glucógeno y la intensidad del ejercicio.
- En los deportes de equipo (Ej.: fútbol, baloncesto, rugby, etc.), lo ideal sería que la rehidratación se realizara cada 10 minutos; y utilizar los descansos para reponer los fluidos de forma importante; además de seguir las pautas de hidratación del antes y el después.

c) Hidratación Después del Ejercicio o en la Recuperación.

Tiene como objetivo, la eliminación de los desechos y la recuperación de las reservas nutritivas, favoreciendo el restablecimiento inmediato de la función fisiológica cardiovascular, muscular y metabólica; por lo que ha de iniciarse de forma inmediata a la finalización del ejercicio.

Para estimar el grado de deshidratación y, por lo tanto, el agua que hay que reponer, conviene pesarse antes, nada más terminar la competición y al día siguiente al levantarse, dándose las siguientes circunstancias:

- Beber entre 1,2 y 1,5 litros de líquido por cada kilo de peso perdido durante el entrenamiento o la competición [52]. Tal y como señala Benardot (2007), después del consumo inicial de un gran volumen de fluidos, los deportistas deberían tomar, aproximadamente, $\frac{1}{4}$ litro cada 15 minutos para alcanzar una ingesta líquida de unos 3 litros en 3 horas (a mayor peso y talla del deportista, mayor cantidad de fluidos tiene que consumir) [31].
- Si la pérdida de peso durante el entrenamiento o la competición ha sido inferior al 2% del peso corporal, basta beber en pequeños sorbos y de forma continua hasta dejar de tener sed, en los primeros 20-30 minutos después de la finalización del ejercicio. Esta bebida, además de agua, tiene que tener hidratos de carbono de índice glucémico elevado.
- Si la pérdida de peso durante el entrenamiento o la competición ha sido superior al 2% del peso corporal, conviene beber aunque no se tenga sed

(agua e hidratos de carbono de índice glucémico elevado) y echar más sal de lo normal a los alimentos [53]. Algunos autores recomiendan, en estas circunstancias, que para recuperar el equilibrio hídrico durante las primeras 6 horas de la recuperación, se debe beber una cantidad de litros de líquido igual a la cantidad de kilos de peso corporal perdidos durante la sesión de entrenamiento o competición multiplicada por 1,5 (ingerir el 150% de la pérdida de peso en líquido); [27].

Es importante que el líquido que se beba en la recuperación tenga sal en una concentración de 50 mmol/L [54], pero como la mayoría de las bebidas comerciales tienen una concentración de sal claramente inferior (entre 10 y 25 mmol/L); y puesto que concentraciones mayores pueden resultar desagradables al paladar, la mejor manera de consumir la sal extra es en la comida sólida, animando al deportista a que tome algún aperitivo salado durante el periodo inmediato a la finalización del ejercicio [55].

Algunos autores plantean la necesidad de incluir en las bebidas utilizadas para la recuperación del deportista al menos 10 gramos de proteínas durante los primeros 30 minutos de la recuperación, porque favorece la síntesis de proteínas y evita que el músculo se siga oxidando (inhibición del catabolismo proteico muscular).

Los fluidos que contienen cafeína y sustancias relacionadas (café, té, bebidas de cola, chocolate) deben evitarse, debido al efecto diurético que presentan [31].

El consumo de alcohol (cerveza) después del esfuerzo no es aconsejable, puesto que, al igual que la cafeína, tiene efecto diurético, tiene un contenido bajo en sal y el alcohol que contiene influye negativamente en los mecanismos de restauración de la tasa de azúcar en la sangre [56].

5.- Efectos secundarios de la implementación de minerales en las bebidas isotónicas.

Los minerales son elementos inorgánicos que el cuerpo necesita en cantidades o dosis muy pequeñas, pero que resultan esenciales como componentes formativos y en muchos fenómenos vitales, siendo tan importantes como las vitaminas. Los minerales realizan dos de las tres funciones básicas de los alimentos. Muchos se usan como elementos en la construcción de tejidos corporales, como los huesos, los dientes, músculos y otras estructuras; y otros forman parte de enzimas conocidas como metaloenzimas, implicadas en la regulación del metabolismo. Otros minerales se encuentran en forma de iones o electrolitos. Sin ellos nuestro organismo no podría realizar las amplias funciones metabólicas que realizamos a diario, la síntesis de hormonas o elaboración de los tejidos[1].

El organismo utiliza 25 minerales, considerándose esenciales 15 de ellos[1].

Según su cantidad o dosis necesaria se dividen en dos grupos:

- **Los macrominerales:** las necesidades superan los 100 mg diarios, o el organismo contiene más de 5 g. Son el calcio, magnesio, potasio, sodio, cloro, azufre y fósforo. Las funciones de estos minerales están ligadas a la constitución del hueso, regulación de los líquidos del cuerpo y secreciones digestivas. Entre ellos se encuentran los electrolitos, encontrándose entre los más importantes el sodio y el potasio, de gran importancia en el control osmótico del metabolismo hídrico [1].
- **Los microminerales (elementos traza, minerales traza u oligoelementos):** son aquellos que se necesitan en cantidades inferiores a 100 mg diarios. Dentro de este grupo de minerales, los más destacados son el hierro (que forma parte de la hemoglobina), el zinc (insulina), el selenio, el cobre, el yodo (hormonas tiroideas, como la tiroxina) el manganeso y el cromo [1].

El cuerpo humano tiene un sistema de control muy eficaz para algunos minerales. En estados de deficiencia, el cuerpo absorbe una mayor cantidad de mineral procedente de los alimentos a través del intestino, y reduce la excreción a través de la orina. Si hay un exceso, ocurre exactamente lo contrario: se absorbe menos y se excreta más. Sin embargo, el organismo tiene una capacidad limitada para excretar determinados minerales, por lo que un consumo excesivo (incluso en dosis relativamente pequeñas) puede provocar ciertos problemas de salud [1]

En general no es necesario tomar suplementos minerales; no, si nuestra dieta es completa y variada, principalmente abundante en frutas, verduras y cereales integrales. En principio, los macro y microminerales no deben ser administrados sin razones que lo justifiquen, dado que muchos de ellos son tóxicos pasando de determinadas cantidades. El cumplimiento de una dieta alimenticia equilibrada contempla y aporta las cantidades requeridas de estos minerales. De esta forma todos nuestros requerimientos minerales estarán cubiertos. No obstante, algunos estudios han hallado deportistas con un aporte inadecuado y deficiencias bioquímicas de algunos minerales, especialmente los que participan en disciplinas deportivas que requieren un estricto control de peso, como los gimnastas y luchadores. Seguir una dieta vegetariana durante un año también reduce los niveles plasmáticos de algunos minerales [1]

El aporte extra de minerales debe ser siempre justificado por prescripción médica, y sus causas son basadas en casos especiales de deficiencia que deriven en una suplementación o dosis extra (recomendada por un especialista) como es el caso de la anemia por falta de hierro, osteoporosis por deficiencia de calcio y magnesio, yodo en enfermedades de tiroides, cromo

en diabéticos o cinc en problemas inmunológicos, o motivos como vómitos, diarrea, esfuerzo físico exhaustivo, etc [1]

Igualmente, el consumo excesivo de estos minerales puede provocar efectos secundarios. Habitualmente no suelen aparecer problemas de exceso de estos nutrientes en condiciones normales y con una dieta adecuada, pero determinadas situaciones o un exceso en la ingesta de los mismos al ingerirse como suplemento en la dieta, puede provocar determinadas alteraciones y efectos secundarios [1]

EFFECTOS SECUNDARIOS DE LOS MINERALES

Macrominerales:

Calcio:

El aumento del nivel de calcio en sangre, o hipercalcemia, habitualmente va asociado a patología paratiroidea. La hipercalcemia puede provocar insuficiencia renal, calcificación vascular y de tejidos blandos, hipercalcemia y litiasis renal [57]

Si bien un suplemento de hasta 600 mg de calcio al día no parece suponer un peligro, excesivas cantidades de calcio pueden producir estreñimiento e interferir en la absorción los oligoelementos [57]y, especialmente en individuos susceptibles, contribuye a provocar arritmias cardíacas, calcificación de tejidos blandos y aumento del riesgo de desarrollar litiasis renal [1]

Magnesio

El magnesio proveniente de la dieta no supone un riesgo para la salud, sin embargo, dosis farmacológicas de magnesio presentes en suplementos puede producir efectos adversos como diarrea, náuseas y vómitos [1, 58].

El riesgo de toxicidad por magnesio aumenta en individuos con disfunciones renales, ya que pierde la habilidad de excretar el exceso de magnesio. La causa habitual es la ingestión de sales de magnesio presentes en algunos laxantes y antiácidos [1, 58].

Signos de exceso de magnesio: disminución de la consciencia, náuseas, diarrea, anorexia, debilidad muscular, disnea, hipotensión arterial, arritmia cardíaca [59-62]

Fósforo:

Un exceso de fósforo en el organismo puede ser problemático en individuos con función renal limitada [1].

El consumo de suplementos de fósforo puede provocar problemas gastrointestinales.

El consumo excesivo de fósforo puede producir, a largo plazo, alteraciones en el metabolismo y equilibrio del calcio, facilitando la aparición de osteoporosis [1]

Microminerales u oligoelementos

Selenio:

Algunos estudios han registrado efectos secundarios con la administración de 750 µg al día y las ingestas accidentales de grandes cantidades (más de 25 mg/día) se han asociado con náuseas, vómitos, dolor abdominal, caída del cabello y fatiga inusual [1]

Algunos estudios asocian la ingesta excesiva de selenio en forma de suplemento, a otros efectos secundarios como diarrea, debilidad de las uñas, sudor y aliento con olor a ajo, irritabilidad, prurito cutáneo, y, más raramente, daño neuronal leve [57]

Cuando los niveles séricos de selenio sobrepasan los 100 µg/dL, se habla de selenosis (intoxicación por selenio) [63]

La intoxicación por selenio es rara, asociándose a accidentes industriales y errores de manufacturación que han llevado a un suplemento alimentario a tener selenio en exceso [64, 65]]. El Institute of Medicine of the National Academy of Sciences ha fijado en 400 el nivel máximo de ingesta de selenio al día para evitar el riesgo de selenosis en adultos [66]

Hierro:

Un consumo prolongado de grandes cantidades de hierro puede producir alteración del metabolismo del hierro en individuos susceptibles, dando hemocromatosis (acúmulo de hierro en hígado) en personas genéticamente predispuestas, entidad que da lugar a cirrosis y a la destrucción total del hígado [1]

Los efectos secundarios de la administración de suplementos de hierro incluyen dolor abdominal, acidez, náusea, vómito, estreñimiento, diarrea, oscurecimiento de las heces [67]

Zinc

La toxicidad por zinc se puede dar de forma aguda o crónica.

Forma aguda: náuseas, vómitos, anorexia, dolor cólico abdominal, diarrea y cefalea [68]

Forma crónica: en casos de ingestas superiores a 100 mg de zinc al día se ha observado disminución de absorción de cobre (se ha visto incluso con ingestas moderadamente aumentadas de zinc, de aproximadamente 60 mg/día durante un mínimo de 10 semanas, disminución del nivel de hierro, función inmune disminuida [1, 68], disminución de niveles de lipoproteínas (disminuye el HDL-colesterol y aumenta el LDL-colesterol, lo que incrementa el riesgo de enfermedad coronaria) [1, 69]

Las dosis elevadas pueden ser fatales [1]

En el deporte se ha visto en relación al Zinc [12]:

- 1.- que en el ejercicio intenso aumenta el Zn perdida y salida del músculo por roturas musculares.
- 2.- que en el ejercicio que tiene un sudor aumentado, el Zn sanguíneo disminuye por perdida en orina y sudor.
- 3.- el descenso de Zn en el músculo produce un descenso de la resistencia muscular a la larga.
- 4.- en mujeres suplementadas con Zn aumentan las contracciones isocinéticas, pero con > 150 mg/día se produce descenso de las HDL plasmáticas e interfiere con el metabolismo del Cu.

Potasio

En individuos que se exceden en la ingesta de suplementos de potasio se puede producir una hiperpotasemia, que puede producir arritmias cardíacas, e incluso la muerte [1]

Sodio:

Un consumo excesivo de sodio puede provocar aumento de la tensión arterial en individuos susceptibles [1]

Cloro:

El consumo excesivo de cloro, en conjunción con un exceso de sodio, puede provocar hipertensión [1]

Manganeso [12]:

En el deporte se ha visto del Manganeso:

- 1.- Que actúa como activador de muchas enzimas y relacionado con la síntesis de ADN, ARN y proteínas.
- 2.- Que mantiene efecto interactivo negativo con el Fe.
- 3.- Su descenso produce:
 - ◆ - déficit de crecimiento.
 - ◆ - ataxia.
 - ◆ - convulsiones.
 - ◆ - alteraciones del metabolismo graso.
- 4.- que en atletas después de marchas muy largas se producen descenso en la sangre y las perdidas no se encuentran en el sudor.

Boro:

Es un ejemplo de la manipulación comercial de los hallazgos científicos.

No se han encontrado modificaciones de los niveles de testosterona ni efectos anabolizantes para el boro[12]

Vanidio y cromo :

Potenciaban la acción de la insulina[12].

La FDA emprendió acciones contra empresas que vendían picolato de cromo por no presentar evidencias científicas[12].

El National Cancer Institute ha demostrado alteraciones cromosómicas en hamster tratados con cromo.[12]

No se han descrito apenas efectos secundarios importantes por un alto consume de cromo, siendo muy raras a partir de fuentes naturales [1, 68, 70].

6.- Estudio de los hábitos de consumo de agua y bebidas isotónicas por los deportistas que acuden a estudios medico-deportivos en la Facultad de Medicina.

En primer lugar aportamos estudio de las modificaciones de los valores de iones en sangre en deportistas pertenecientes al CAR de Madrid, según diferentes deportes (tabla 6-11). Se incluye el deporte practicado, la especialidad deportiva, el sexo, el número de individuos de cada deporte y la variación del ión estudiado.

Modificaciones del sodio según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Na	DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Na
TIRO OLIMPICO		VARON	27	138,88	TRIATLON		MUJER	15	137,73
GIMNASIA	GENERICO	VARON	12	139,08	BALONCESTO		MUJER	17	138,41
PIRAGUISMO		VARON	92	140,29	BALONMANO		MUJER	32	138,41
TRIATLON		VARON	38	140,35	TENIS		MUJER	4	139,00
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	140,57	VOLEIBOL		MUJER	2	139,00
JUDO		VARON	31	141,06	JUDO		MUJER	34	139,09
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	141,44	PIRAGUISMO		MUJER	29	139,83
RUGBY		VARON	52	141,50	GIMNASIA	GENERICO	MUJER	36	140,06
CICLISMO		VARON	156	141,72	HALTEROFILIA		MUJER	9	141,11
GENERICO		VARON	1148	141,81	NATACION		MUJER	32	141,25
TENIS		VARON	9	142,11	GENERICO		MUJER	834	141,45
NATACION		VARON	48	142,25	BADMINTON		MUJER	2	141,50
BADMINTON		VARON	4	142,50	ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	141,80
BALONCESTO		VARON	109	142,59	ESGRIMA	ESPADA	MUJER	13	142,08
PENTATLON		VARON	3	143,00	HOCKEY		MUJER	134	142,44
MONTAÑA		VARON	19	143,58	CICLISMO		MUJER	23	142,83
BOXEO		VARON	38	143,61	MONTAÑA		MUJER	7	143,71
HOCKEY		VARON	7	143,86	PENTATLON		MUJER	1	144,00
VOLEIBOL		VARON	14	144,21	TIRO CON ARCO		MUJER	3	147,33
HALTEROFILIA		VARON	42	144,31	TIRO OLIMPICO		MUJER	15	147,73
TIRO CON ARCO		VARON	12	144,58					
GOLF		VARON	11	146,73					

Tabla 6.- Modificación del sodio según sexo y deporte.

Modificaciones del potasio según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	K	DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	K
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	4,35	BALONCESTO		MUJER	17	4,19
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	4,40	ESGRIMA	ESPADA	MUJER	13	4,28
TIRO OLIMPICO		VARON	27	4,41	HALTEROFILIA		MUJER	9	4,30
HOCKEY		VARON	7	4,43	JUDO		MUJER	34	4,34
VOLEIBOL		VARON	14	4,47	ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	4,36
BADMINTON		VARON	4	4,48	TRIATLON		MUJER	15	4,37
JUDO		VARON	31	4,50	BALONMANO		MUJER	32	4,38
RUGBY		VARON	52	4,50	TENIS		MUJER	4	4,38
PIRAGUISMO		VARON	92	4,51	VOLEIBOL		MUJER	2	4,40
TRIATLON		VARON	38	4,52	GENERICO		MUJER	834	4,44
GENERICO		VARON	1148	4,53	HOCKEY		MUJER	134	4,46
TIRO CON ARCO		VARON	12	4,53	PIRAGUISMO		MUJER	29	4,47
HALTEROFILIA		VARON	42	4,54	TIRO OLIMPICO		MUJER	15	4,47
GIMNASIA	GENERICO	VARON	12	4,55	BADMINTON		MUJER	2	4,50
NATACION		VARON	48	4,58	GIMNASIA	GENERICO	MUJER	36	4,51
BALONCESTO		VARON	109	4,58	TIRO CON ARCO		MUJER	3	4,53
GOLF		VARON	11	4,58	NATACION		MUJER	32	4,58
MONTAÑA		VARON	19	4,61	MONTAÑA		MUJER	7	4,61
TENIS		VARON	9	4,63	CICLISMO		MUJER	23	4,86
BOXEO		VARON	38	4,77	PENTATLON		MUJER	1	4,90
CICLISMO		VARON	156	4,85					
PENTATLON		VARON	3	4,93					

Tabla 7.- Modificación del potasio según sexo y deporte.

Modificaciones del cloro según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	CL	DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	CL
TRIATLON		VARON	38	100,03	TRIATLON		MUJER	15	101,13
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	100,20	BADMINTON		MUJER	2	101,50
TIRO CON ARCO		VARON	12	100,33	VOLEIBOL		MUJER	2	101,50
NATACION		VARON	48	101,15	BALONMANO		MUJER	32	101,84
GOLF		VARON	11	101,27	NATACION		MUJER	32	102,06
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	101,31	ESGRIMA	ESPADA	MUJER	13	102,08
TIRO OLIMPICO		VARON	27	101,41	HALTEROFILIA		MUJER	9	102,22
PIRAGUISMO		VARON	92	101,49	BALONCESTO		MUJER	17	102,65
GIMNASIA	GENERICO	VARON	12	102,08	JUDO		MUJER	34	102,68
RUGBY		VARON	52	102,13	TIRO OLIMPICO		MUJER	15	103,13
BALONCESTO		VARON	109	102,18	GIMNASIA	GENERICO	MUJER	36	103,25
GENERICO		VARON	1148	102,33	TENIS		MUJER	4	103,25
PENTATLON		VARON	3	102,33	TIRO CON ARCO		MUJER	3	103,33
BADMINTON		VARON	4	102,50	GENERICO		MUJER	834	103,38
JUDO		VARON	31	103,06	PIRAGUISMO		MUJER	29	103,48
HALTEROFILIA		VARON	42	103,36	ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	103,53
MONTAÑA		VARON	19	103,74	HOCKEY		MUJER	134	103,62
TENIS		VARON	9	104,00	PENTATLON		MUJER	1	105,00
HOCKEY		VARON	7	104,29	MONTAÑA		MUJER	7	106,29
BOXEO		VARON	38	104,55	CICLISMO		MUJER	23	106,61
CICLISMO		VARON	156	104,90					
VOLEIBOL		VARON	14	105,07					

Tabla 8.- Modificación del cloro según sexo y deporte.

Modificaciones del calcio según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Ca	DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Ca
BADMINTON		VARON	4	9,48	GENERICO		MUJER	834	8,82
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	9,56	TIRO OLIMPICO		MUJER	15	9,48
GOLF		VARON	11	9,68	BADMINTON		MUJER	2	9,50
HALTEROFILIA		VARON	42	9,85	HALTEROFILIA		MUJER	9	9,62
NATACION		VARON	48	9,86	ESGRIMA	ESPADA	MUJER	13	9,66
TIRO OLIMPICO		VARON	27	9,87	TIRO CON ARCO		MUJER	3	9,67
BOXEO		VARON	38	9,88	PENTATLON		MUJER	1	9,70
GIMNASIA	GENERICO	VARON	12	9,89	VOLEBOL		MUJER	2	9,75
HOCKEY		VARON	7	9,94	NATACION		MUJER	32	9,75
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	10,00	MONTAÑA		MUJER	7	9,79
BALONCESTO		VARON	109	10,02	TENIS		MUJER	4	9,85
GENERICO		VARON	1148	10,03	BALONMANO		MUJER	32	9,87
RUGBY		VARON	52	10,05	ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	9,87
TIRO CON ARCO		VARON	12	10,08	JUDO		MUJER	34	9,97
MONTAÑA		VARON	19	10,08	PIRAGUISMO		MUJER	29	9,99
PIRAGUISMO		VARON	92	10,10	HOCKEY		MUJER	134	10,01
TRIATLON		VARON	38	10,13	BALONCESTO		MUJER	17	10,02
JUDO		VARON	31	10,23	CICLISMO		MUJER	23	10,03
TENIS		VARON	9	10,28	TRIATLON		MUJER	15	10,09
PENTATLON		VARON	3	10,30	GIMNASIA	GENERICO	MUJER	36	10,23
CICLISMO		VARON	156	10,32					
VOLEBOL		VARON	14	10,44					

Tabla 9.- Modificación del calcio según sexo y deporte.

Modificaciones del Fósforo según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	P	DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	P
GENERICO		VARON	1148	3,08	TIRO OLIMPICO		MUJER	15	3,37
TIRO OLIMPICO		VARON	27	3,19	TRIATLON		MUJER	15	3,51
MONTAÑA		VARON	19	3,28	NATACION		MUJER	32	3,57
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	3,36	MONTAÑA		MUJER	7	3,63
TIRO CON ARCO		VARON	12	3,39	ESGRIMA	ESPADA	MUJER	13	3,64
TRIATLON		VARON	38	3,41	BADMINTON		MUJER	2	3,65
RUGBY		VARON	52	3,49	PENTATLON		MUJER	1	3,70
BADMINTON		VARON	4	3,50	ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	3,78
NATACION		VARON	48	3,50	JUDO		MUJER	34	3,78
HOCKEY		VARON	7	3,57	CICLISMO		MUJER	23	3,78
JUDO		VARON	31	3,63	TIRO CON ARCO		MUJER	3	3,80
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	3,66	HOCKEY		MUJER	134	3,82
HALTEROFILIA		VARON	42	3,72	GENERICO		MUJER	834	3,83
PIRAGUISMO		VARON	92	3,73	BALONMANO		MUJER	32	3,83
GOLF		VARON	11	3,78	HALTEROFILIA		MUJER	9	3,88
BOXEO		VARON	38	3,81	PIRAGUISMO		MUJER	29	4,13
BALONCESTO		VARON	109	3,82	BALONCESTO		MUJER	17	4,27
CICLISMO		VARON	156	3,92	TENIS		MUJER	4	4,30
PENTATLON		VARON	3	3,97	GIMNASIA	GENERICO	MUJER	36	4,40
VOLEBOL		VARON	14	4,15	VOLEBOL		MUJER	2	4,45
TENIS		VARON	9	4,16					
GIMNASIA	GENERICO	VARON	12	4,24					

Tabla10.- Modificación del fósforo según sexo y deporte.

Modificaciones del Magnesio según sexo y deporte

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Mg
ESGRIMA	GENERICO	VARON	35	1,83
GOLF		VARON	11	1,84
GENERICO		VARON	1148	1,86
TRIATLON		VARON	38	1,87
GINNASIA	GENERICO	VARON	12	1,87
VOLEIBOL		VARON	14	1,88
TIRO CON ARCO		VARON	12	1,89
HOCKEY		VARON	7	1,93
BOXEO		VARON	38	1,93
PENTATLON		VARON	3	1,93
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	VARON	332	1,94
BALONCESTO		VARON	109	1,96
TIRO OLIMPICO		VARON	27	1,97
TENIS		VARON	9	1,97
RUGBY		VARON	52	1,98
NATACION		VARON	48	1,98
PIRAGUISMO		VARON	92	1,99
MONTAÑA		VARON	19	2,00
CICLISMO		VARON	156	2,02
BADMINTON		VARON	4	2,05
JUDO		VARON	31	2,06
HALTEROFILIA		VARON	42	2,07

DEPORTE	ESP.	SEXO	Cantidad	Mg
TIRO OLIMPICO		MUJER	15	1,77
ESGRIMA	ESPADAS	MUJER	13	1,80
TIRO CON ARCO		MUJER	3	1,80
GENERICO		MUJER	834	1,86
BALONMANO		MUJER	32	1,87
HALTEROFILIA		MUJER	9	1,88
NATACION		MUJER	32	1,90
MONTAÑA		MUJER	7	1,90
ATLETISMO	SIN CLASIFICAR	MUJER	187	1,94
BADMINTON		MUJER	2	1,95
TENIS		MUJER	4	1,95
PIRAGUISMO		MUJER	29	1,99
TRIATLON		MUJER	15	2,00
PENTATLON		MUJER	1	2,00
BALONCESTO		MUJER	17	2,00
JUDO		MUJER	34	2,01
HOCKEY		MUJER	134	2,02
CICLISMO		MUJER	23	2,03
GINNASIA	GENERICO	MUJER	36	2,06
VOLEIBOL		MUJER	2	2,25

Tabla11.- Modificación del magnesio según sexo y deporte.

Estudio de patrones de hidratación en corredores populares de maratón

Se ha realizado este estudio con el objetivo de conocer los patrones de hidratación en maratonianos populares. Comprobar si llevan una adecuada hidratación según las guías actuales de hidratación del American College of Sports Medicine.

Métodos: la muestra consta de 50 corredores populares, de sexo masculino, que participan en el Maratón Popular de Madrid, con edades desde los 26 a los 69 años (media: 39,9). Todos entrenan, de media, 5 días a la semana, durante 1 hora y 30 minutos, 68,5 km a la semana y participan en dos maratones al año. Se les pasó un cuestionario validado por la Escuela de medicina de la Educación Física y el Deporte de Madrid [71] donde se les preguntó específicamente por sus hábitos de hidratación durante el entrenamiento y la competición, y sobre síntomas relacionados con la deshidratación [72]. Ninguno de ellos estaba aconsejado por un nutricionista o dietista.

Resultados:

Solo el 10% (5 individuos) realizan una adecuada hidratación, siendo, obviamente inadecuada en el restante 90% (45 individuos).

De estos 45 corredores:

- el 62,2% (28 corredores) están mal hidratados tanto en **entrenamiento** como en la **competición**, ya que no beben antes, durante ni después de la mismas:
 - el 40% (18sujetos) lo hacen antes y después.
 - el 13,3% (6) sólo después.
 - el 2,2% (1) sólo antes.
 - Y el 6,6% (3) durante y después.

- el 31% (14 corredores) sólo se hidratan en el **entrenamiento**, con variaciones en cuanto a los que lo hacen antes, durante o después:
 - el 24,4% (11) antes durante y después
 - el 2,2% (1) antes y durante
 - el 4,4% (2) durante y después.
- Finalmente, un 6,7% (3 corredores) sólo se hidratan en la competición, con las siguientes variaciones en cuanto a los que lo hacen antes, durante o después:
 - el 4,45% (2) se hidrata antes, durante y después.
 - y el 2,25% (1) lo hace durante y después.

En conclusión, la mayoría de los corredores de maratón no conocen o no practican una adecuada hidratación en el entrenamiento y la competición, algo necesario a la hora de evitar lesiones, optimizar el rendimiento, disminuir los síntomas de la fatiga, y evitar riesgos mayores para la salud.

Patrones de hidratación de jugadores de fútbol

El objetivo de este estudio es el de determinar los patrones de hidratación en 100 jugadores profesionales de fútbol.

Métodos: nuestra población constó de 100 jugadores masculinos profesionales de fútbol, de primera y segunda división. Se les pasó un cuestionario donde se les preguntó específicamente por sus hábitos de hidratación durante el entrenamiento y la competición, y sobre síntomas relacionados con la deshidratación [72].

Resultados: la bebida más consumida antes, durante y después de la práctica de ejercicio es el agua, seguida de bebidas ricas en electrolitos y zumos de fruta. La mayoría de los futbolistas refieren haber tenido síntomas relacionados con la deshidratación (cansancio, sed intensa, pérdida de fuerza, y fatiga).

En conclusión, los futbolistas no tienen una hidratación adecuada, prefiriendo el agua y las bebidas ricas en electrolitos, en primer y segundo lugar, como bebidas a utilizar a la hora de desarrollar actividades físicas.

Consumo de ayudas ergogénicas en corredores populares de larga distancia.

En el presente estudio pretendemos conocer el estado del consumo, tipo y quién prescribe las ayudas ergogénicas que utilizan los corredores de fondo aficionados que compiten en carreras populares de maratón.

Material y métodos. La muestra utilizada está formada por 100 corredores de ambos sexos, que han participado en la maratón popular de Madrid. De los 100 corredores 10 eran mujeres y 90 hombres, con una media de 35,6 años (desviación estándar: 10,51), y una edad mínima de 16 y máxima de 61 años. Los datos fueron obtenidos en la encuesta de nutrición validada por la Escuela de Medicina del Deporte de Madrid.

Los resultados fueron los siguientes

- El 43% tomaban ayudas ergogénicas y el 57% no.
- Con respecto al tipo de ayudas ergogénicas utilizadas:
 - el 82'5% tomaron vitaminas.
 - el 82'5% minerales
 - el 18'6% ginseng
 - el 18'6% proteínas y aminoácidos ramificados

- el 9'3% hidratos de carbono
- el 11'6% mucopolisacáridos
- el 2'3% fibra
- el 4'6% grasas
- el 2'3% jalea real
- el 2'3% pole
- y el 2'3% Q10.
- De los 43 corredores citados:
 - 33 tomaban un solo tipo de ayuda ergogénica
 - 25 tomaban solo polivitamínicos y multiminerales
 - 2 tomaban aminoácidos ramificados,
 - 1 solo vitamina C
 - 1 solo hierro
 - 1 fibra
 - y 3 cartílago
 - 10 tomaban dos o más tipos de ayudas ergogénicas
 - 5 tomaban vitaminas C, hierro y magnesio
 - 4 tomaban polivitamínicos y multiminerales junto con otra ayuda
 - 1 tomaba bebidas y barritas energéticas

Con respecto a quién las prescribe, los resultados indican lo siguiente

- el 62'8% se automedica
- el 16'3% los entrenadores
- el 16'3% el médico
- el 2'3% directamente la farmacia o tiendas de nutrición deportiva
- el 2'3% los compañeros de entrenamiento.

Conclusiones: Existe un alto porcentaje de corredores que toman ayudas ergogénicas, en su mayoría en forma de polivitamínicos y multiminerales, tomados conjuntamente en forma de una sola ayuda ergogénica; siendo la automedicación la forma más frecuente de prescripción de las mismas.

7.- Recomendaciones de uso de bebidas y de tamaño (16):

Las recomendaciones que nosotros consideramos las más adecuadas para el desarrollo de una bebida isotónica de ámbito deportivo las exponemos, a modo de resumen, en la siguiente tabla (tabla 12):

CARACTERISTICA BEBIDAS ISOTÓNICAS	
Azúcar	
Total azúcares (carbohidratos sencillos)(%)	7
Fructosa (%)	Sin fructosa
Glucosa (%)	Con glucosa
Sacarosa (%)	Con sacarosa
Maltosa (%)	Con maltodextrinas
Minerales	
Sodio (mg/100 ml)	40 mgr/10ml
Potasio (mg/100 ml)	15 mg/100 ml
Magnesio (mg/100 ml) (%CDR)	4%
Calcio (mg/100 ml) (%CDR)	30 (3,7%)
Cloruros (mg/100 ml)	60 mgr/100ml
Fosfatos (mg/100 ml)	10 mgr/100ml
Selenio	3,3 mcg/100ml (20 mcg en total)
Zinc	0,5 mgr/100ml
Vitaminas	
Sin cantidades	
Vitamina C (ácido ascórbico) (mg/100 ml)	sí
Vitamina B1 (tiamina) (mg/100 ml)	si
Vitamina B2 (riboflavina) (mg/100 ml)	si
Vitamina B6 (piridoxal) (mg/100 ml)	si
Pantotenato cálcico (mg/100 ml)	si
Niacina	si
Acido Fólico	si
Vitamina B12 (cianocobalamina)	si
Vitamina A (retinol)(g/100 ml)	no
Vitamina E (mg/100 ml)	no

Cantidad recomendada: botes de **600ml**, dado que consideramos que es la cantidad que debe de consumir un deportista en ejercicios de intensidad moderada-alta o el mínimo que debe consumir en la rehidratación posterior al ejercicio.

8.- Recomendaciones de las bebidas isotónicas según patología del deportista.

- 1.- En Hipertensión no recomendado altas cantidades de sodio.
- 2.- En Diabetes no recomendado los azúcares simples.
- 3.- En alteraciones del metabolismo mineral como hipercalcemias e hiperfosforemias no recomendadas bebidas con calcio.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Williams, M., ed. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. 2002, Paidotribo: Barcelona.
2. Alimentación-y-nutrición. [cited; Available from: http://www.alimentacionynutricion.org/es/index.php?mod=content_detail&id=67.
3. Sanz Moreno, J., *Alteraciones del equilibrio ácido-base*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. **78**: p. 725-734.
4. Cipola, M. and et_al, *Equilibrio hídrico-salino en el deporte.(II). Los electrolitos, la reserva alcalina y las vitaminas*. *Archivos de Medicina del Deporte*, 1995. **45**: p. 53-61.
5. Manzano Espinosa, L. and et_al, *Alteraciones del metabolismo hidrosalino*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. **78**: p. 701-712.
6. Cuadrado Gomez, L. and et_al, *Trastornos del metabolismo del potasio*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. **78**: p. 713-724.
7. Harrison, ed. *Principios de Medicina Interna*. 11 ed. 1989, Interamericana: Madrid
8. Todd-Sanford-Davidsohn, ed. *Diagnóstico y tratamientos clínicos por el laboratorio*. 1984, Salvat S.A: Barcelona.
9. Pagana-Pagana, ed. *Guía de pruebas diagnósticas y de laboratorio*. 1996, Mosby-Doyma Libros, S.A: Madrid.
10. Wallach, J., ed. *Interpretación clínica de las pruebas de laboratorio*. 3 ed. 1997, Masson: USA.
11. Arranz Caso, J. and et_al, *Alteraciones del Calcio y fósforo*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. **78**: p. 745-755.
12. Montero Ruiz, E. and et_al, *Magnesio. Elementos-Traza*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1995. **78**: p. 735-744.
13. Consumer, *Análisis comparativo bebidas isotónicas*. *Consumer*, 2004. **Julio-Agosto**: p. 26-29.
14. Barbany, J., ed. *Alimentación para el Deporte y la Salud*. 2002, Martínez Roca: Barcelona. 139-155.
15. Sileo, F., *Suplementación hidroelectrolítica*. *Sport & Medicina*, 1991. **19**: p. 4-6.
16. Benardot, D., ed. *Nutrición para Deportistas de Alto Nivel*. 2001, Hispano Europea: Barcelona. 85-105.
17. Williams, M., ed. *Nutrición para la Salud, Condición Física y Deporte*. 2005, McGraw-Hill: México. 331-376.
18. Sociedad-Española-de-Nutrición-Comunitaria, *Pirámide de la alimentación saludable. En J Aranceta (Coordinador). Guías Alimentarias para la Población Española*. 2004, Madrid: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
19. Perini, R., *El agua y el cuerpo*. *Sport & Medicina*, 1991. **1(10)**: p. 16-20.
20. Mack, G. and M. Bergeron, *Hydration and physical activity: scientific concepts concepts and practical applications*. *Sports Science Exchange*. Gatorade Sports Science Institute, 1996. **2(7)**: p. 4.
21. Moro, C., ed. *Nutrición de Alto Rendimiento en el Deporte. Guía Práctica de Alimentación para Mejorar en todos los Deportes*. 2002, Olympus Sport Nutrición S.A: Barcelona. 15-33.
22. González Gallego, J. and J. Rodríguez Huerta, *Nutrición en la actividad física y el deporte*, in *Tratado de Nutrición. Tomo III. Nutrición Humana en el Estado de Salud*, A. Gil, Editor. 2010, Panamericana: Madrid. p. 345-376.

23. González-Gross, M., et al., *La nutrición en la práctica deportiva: Adaptación de la pirámide nutricional a las características de la dieta del deportista*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 2001. **51**(4): p. 321-331.
24. Gisolfi, J., *Fluid balance for optimal performance*. Nutrition Reviews, 1996. **54**(Suppl): p. S159-S168.
25. Shirreffs, S., *Markers of hydration status*. Eur J Clin Nutr, 2003. **57**(Suppl 2): p. S6-S9.
26. Coyle, E., *Fluid and fuel intake during exercise*. Journal Sport Science, 2004. **22**: p. 39-55.
27. Palacios, N., et al., *Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos*. Archivos de Medicina del Deporte, 2008. **25**(126): p. 245-258.
28. Bonci, L., *Energy drinks: help, harm, or hype?* Sports Science Exchange, 2002. **15**(1): p. 1-4.
29. Burke, L.M., *Rehydration strategies before and after exercise*. Aust. J. Nutr. Diet, 1996. **53**(Suppl 4): p. S22-S26.
30. Hargreaves, M., *Physiological benefits of fluid and energy replacement during exercise*. Australian Journal of Nutrition and Dietetics, 1996. **53**(Suppl 4): p. S3-S7.
31. Benardot, D., ed. *Nutrición Deportiva Avanzada*. 2007, Tutor: Madrid. 91-118.
32. McArdle, W., F. Katch, and V. Katch, eds. *Sports & Exercise Nutrition*. 2004, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia (EEUU). 281-306.
33. Burke, L. and V. Deakin, eds. *Clinical Sports Nutrition*. 2000, McGraw Hill: Australia. 356-358.
34. Rehrer, H., *Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport*. Sports Medicine, 2001. **31**(10): p. 701-715.
35. Shirreffs, S., L. Armstrong, and S. Cheuvront, *Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition*. Journal of Sports Sciences, 2004. **22**(1): p. 47-63.
36. Greenleaf, J. and B. Castle, *Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperthermia*. Journal of Applied Physiology, 1971. **30**: p. 847-853.
37. Lyie, D., et al., *Heat exhaustion in the Sun-Herald city to surf km ran*. Medical Journal of Australia, 1994. **161**: p. 361-365.
38. Coyle EF, H.J., Hurley BF, Martin WH, Ehami AA, Holloszy JO, *Carbohydrate feeding during prolonged strenuous exercise can delay fatigue*. Journal of Applied Physiology, 1983. **55**: p. 230-235.
39. Mitchell, J., et al., *Influence of carbohydrate dosage on exercise performance and glycogen metabolism*. Journal of Applied Physiology, 1989. **67**: p. 1843-1849.
40. Owen, M., et al., *Effects of ingesting carbohydrate beverages during exercise in the heat*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1986. **18**: p. 568-575.
41. Murray, R., et al., *The effects of glucose, fructose, and sucrose ingestion during exercise*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1989. **21**: p. 275-282.
42. Coggan, A. and E. Coyle, *Reserval of fatigue during prolonged exercise by carbohydrate infusion or ingestion*. Journal of Applied Physiology, 1987. **63**: p. 2388-2395.
43. Coyle EF, M.S., *Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise*. Medicine and Science in Sports and Exercise, 1992. **24**(Suppl): p. S324-S330.
44. Wagenmakers, A., et al., *Oxidation rates of orally ingested carbohydrates during prolonged exercise in men*. Journal of Applied Physiology, 1993. **75**: p. 2774-2780.
45. Report-of-the-Scientific-Comittee-on-Food, *Report of the Scientific Comittee on Food on composition and specification of food entended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen*. 2006.
46. Maughan, R., J. Leiper, and R. Shirreffs, *Factors influencing the retoration of fluid and electrolyte balance after exercise in the heat*. Br. J. Sports Med, 1997. **31**: p. 175-182.
47. Wesley, J. (2006) *Sport hydration*. **Volume**,

48. Murray, B., *La recuperación de fluidos: Claves del Informe del Colegio Americano de Medicina del Deporte*. Sports Science Exchange. Gatorade Sports Science Institute, 2002(oct/nov/dic).
49. Hew-Butler, T., J. Verbales, and T. Noakes, *Updated fluid recommendation: position statement from the International Marathon Medical Directors Association (IMMDA)*. Clin. J. Sport Med, 2006. **16**(4): p. 283-292.
50. Noakes, T., *Drinking guidelines for exercise: what evidence is there that athletes should drink "as much as tolerable", "to replace the weight lost during exercise" or "ad libitum"?* Journal of Sports Sciences, 2007. **25**(7): p. 781-796.
51. O'Connor, H., *Practical aspects of fluid replacement*. Aust. J. Nutr. Diet, 1996. **53**(Suppl 4): p. S27-S34.
52. International-Association-of-Athletics-Federations, *Nutrición en el Atletismo. Una guía práctica de la alimentación y la hidratación para la salud y el buen rendimiento en el atletismo*. International Association of Athletics Federations, 2007.
53. Burke, L., *Nutritional needs for exercise in the heat*. Biocem. Physiol. Amol. Integr. Physiol, 2001. **128**: p. 735-748.
54. Maughan, R. and J. Leiper, *Sodium intake and post-exercise rehydration in man*. European Journal of Applied Physiology, 1995. **71**: p. 311-319.
55. Maughan, R., J. Leiper, and R. Shirrefs, *Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: Effects of food and fluid intake*. European Journal of Applied Physiology, 1996. **73**: p. 317-325.
56. Riche, D., ed. *Preguntas y Respuestas sobre la Alimentación del Deportista*. 2008, Hispano Europea: Barcelona. 74-75.
57. Goldhaber, S., *Trace element risk assessment: essentiality vs. toxicity*. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 2003. **38**: p. 232-42.
58. Xing, J. and E. Soffer, *Adverse effects of laxatives*. Dis Colon Rectum, 2001. **44**(25): p. 1201-9.
59. U.S.-Department-of-Agriculture-Agricultural-Research-Service, *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. Nutrient Data Laboratory, 2003. **Release 16**(5).
60. Jaing, T., et al., *Acute hypermagnesemia: a rare complication of antacid administration after bone marrow transplantation*. Clinica Chimica Acta, 2002. **326**(57): p. 201-3.
61. Whang, R., *Clinical disorders of magnesium metabolism*. Compr Ther, 1997. **23**(58): p. 168-73.
62. Nordt, S., et al., *Hypermagnesemia following an acute ingestion of Epsom salt in a patient with normal renal function*. J Toxicol Clin Toxicol, 1996. **34**: p. 735-9.
63. Koller, L. and J. Exon, *The two faces of selenium-deficiency and toxicity are similar in animals and man*. Can J Vet Res, 1986. **50**: p. 297-306.
64. Hathcock, J., *Vitamins and minerals: Efficacy and safety*. Am J Clin Nutr, 1997. **66**: p. 427-37.
65. Raisbeck, M., et al., *Naturally occurring selenosis in Wyoming*. J Vet Diagn Invest, 1993. **5**: p. 84-7.
66. Institute-of-Medicine-Food-and-Nutrition-Board, *Dietary Reference Intakes: Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. 2000, Washington, DC: National Academy Press.
67. Vademecum. [cited; Available from: <<http://www.vademecum.es/principios-activos-sulfato+ferroso-b03aa07>>
68. Institute-of-Medicine-Food-and-Nutrition-Board, ed. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. 2001, ational Academy Press: Washington, DC.
69. Hooper, P., et al., *Zinc lowers high-density lipoprotein-cholesterol levels*. J Am Med Assoc, 1980. **244**: p. 1960-1

70. Stoecker, B., *Chromium*, in *Present Knowledge in Nutrition*, R.R. Bowman B, Editor. 2001, ILSI Press: Washington, DC. p. 366-372.
71. González-Gross, M., et al., *Dietary and fluid-intake habits of soccer and basketball players*. *Selección*, 1998. **7**(2): p. 71-763.
72. McArdle, W., F. Katch, and V. Katch, eds. *Sports & Exercise Nutrition*. 2009, Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia.