

**EDGAR ARTURO LÓPEZ TALVA**

**LA IMPORTANCIA DE LA HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE**

**Asesora: MSc. OLGA MARÍA COSSICH MÉRIDA**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE HUMANIDADES  
ESCUELA DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN INVESTIGACIÓN**

**GUATEMALA, JULIO DE 2010**

Este informe fue elaborado por el autor como trabajo de tesis, previo a optar al grado de Maestría en Investigación.

Guatemala, Julio de 2010.

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	v
CAPÍTULO I. AGUA CORPORAL	1
1.1 Estructura molecular y propiedades del agua	3
1.2 Distribución corporal del agua	7
1.3 Distribución del agua en relación a la edad, el sexo y el peso	9
1.4 Equilibrio hídrico	12
CAPÍTULO II. FUNCIONES GENERALES DEL AGUA	17
2.1 Actúa como solvente y medio de suspensión	18
2.2 Participa en reacciones químicas	19
2.3 Regula la temperatura	19
2.4 Sirve como lubricante	19
2.5 Transporta oxígeno y nutrientes	20
2.6 Mantiene la humedad en los pulmones	20
2.7 Desintoxica el cuerpo	20
CAPÍTULO III. BALANCE IÓNICO	22
3.1 Sodio	24
3.2 Potasio	24
3.3 Cloro	25
3.4 Calcio	25
3.5 Fosfato	26
3.6 Magnesio	26
3.7 Hierro	26
3.8 Zinc	27

CAPÍTULO IV. DESHIDRATACIÓN Y DEPORTE	28
4.1 Homeostasis y deshidratación	29
4.2 Efectos de la deshidratación sobre el organismo	31
4.3 El sudor y la termorregulación	35
4.4 Grados y tipos de deshidratación	42
CAPÍTULO V. LA IMPORTANCIA DE LA HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE	47
5.1 Hidratación en el deporte	48
5.2 Funciones específicas del agua durante el ejercicio	50
5.3 Hidratación antes, durante y después del ejercicio	52
CAPÍTULO VI. BEBIDAS HIDRATANTES	56
6.1 Bebidas hidratantes	57
6.2 Funciones de las bebidas hidratantes	61
6.3 Factores que optimizan el consumo de líquidos	61
6.4 Clasificación de las bebidas hidratantes	65
CAPÍTULO VII. LA HIDRATACIÓN EN EL MEDIO DEPORTIVO GUATEMALTECO	67
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	77
GLOSARIO	80
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	87

## INTRODUCCIÓN

Se revisaron diversas fuentes concernientes a la hidratación deportiva, así como de deshidratación y bebidas hidratantes, pudiéndose concluir en cuanto a la importancia de la hidratación en el deporte, que no existen estudios ni investigaciones al respecto en el ámbito nacional, sin embargo, a nivel internacional desde los años sesenta, en Estados Unidos, se iniciaron a realizar los primeros estudios sobre la misma. Esta inexistencia de información específica en el medio guatemalteco, motivo la realización de este trabajo de tesis, que está orientado a proporcionar información relevante sobre la importancia de la hidratación en el campo del deporte, reviste especial interés porque es un tema de actualidad y de interés mundial, que incluso debe formar parte de la currícula de los programas de preparación de los entrenadores, técnicos deportivos, maestros de educación física y licenciados en deportes; ya que son aspectos primordiales para la formación de los mismos y para el desarrollo del deporte.

El interés en realizar el presente trabajo nace de la convicción de que todos los niños, niñas y adolescentes que se inician en un deporte tienen derecho a recibir un entrenamiento de calidad y estar rodeados por personas competentes. Se trata en este caso, de insistir en una formación de calidad para los entrenadores, es decir, que los encargados de la formación, preparación y entrenamiento de las personas, principalmente de niños y niñas, conozcan a profundidad los efectos negativos de la deshidratación sobre el organismo y los positivos de una buena hidratación, pues en sus manos tienen la vida de seres humanos que practican deporte, ya sea por salud, diversión o competencia y es indispensable que puedan orientarlos en este aspecto de la práctica físico-deportiva. También es importante para todas aquellas personas que realizan actividad física o deportiva por salud y diversión, ya que los datos presentados pueden ser de mucha utilidad al momento de llevar a cabo este tipo de actividades y brindarles ideas sobre por qué, cuándo y cómo hidratarse.

El deporte a nivel mundial ha alcanzado niveles bastante elevados debido a los avances científicos y tecnológicos en diferentes áreas tales como: Medicina, psicología, fisiología y anatomía, biomecánica, técnica deportiva, preparación física, metodología del entrenamiento, estadística deportiva, implementación y equipo, por lo tanto, la hidratación como parte fundamental del rendimiento deportivo debe estar presente en la mente y preparación científica de todos aquellos que se dedican a la práctica deportiva como profesión o como medio de mantenimiento de la salud y de diversión. Aspecto que será trascendental para la obtención de mejores resultados deportivos a nivel nacional, regional, continental y mundial, así como efectos positivos en la salud de la población en general y de los deportistas específicamente, por las grandes demandas de líquido que son requeridas por el organismo de estos.

Por el carácter descriptivo y documental de esta investigación, su realización consistió en un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de información que se obtuvo de trabajos realizados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas y electrónicas sobre la temática descrita. El proceso que se siguió para realizar el estudio fue: Elección del tema y realización del plan de investigación, búsqueda y selección de la bibliografía; elaboración de fichas bibliográficas y de trabajo, para finalmente concluir con la redacción del informe final con sus conclusiones y recomendaciones.

Para efectos de ordenamiento y comprensión del tema abordado el informe se ha estructurado en siete capítulos.

En el Capítulo I se abordan aspectos fundamentales sobre la estructura molecular del agua en su estado líquido; sus propiedades físicas y químicas, que la hacen única en el mundo; su distribución en los diferentes espacios corporales y los mecanismos utilizados por el organismo humano para conservar el equilibrio de agua dentro de sí mismo.

En el Capítulo II se presenta un análisis de las funciones generales más importantes que desempeña el agua en el cuerpo humano, considerando que las mismas brindan una idea de lo trascendental que este fluido es para el buen funcionamiento del organismo.

El Capítulo III incluye una descripción de los principales electrolitos que desempeñan funciones trascendentales en el organismo y que son esenciales para mantener un adecuado balance iónico y una buena hidratación.

En el Capítulo IV se presenta información relevante, referente a los aspectos más sobresalientes de la deshidratación en la práctica deportiva, tales como: definiciones de la misma, los principales efectos de esta sobre el organismo, el sudor y la termorregulación, la influencia de factores ambientales que la provocan y los diferentes grados y tipos de deshidratación que pueden darse, conjuntamente con sus alteraciones fisiológicas.

En el Capítulo V se recalca en las funciones específicas del agua al momento de realizar ejercicio físico e información sobre las cantidades y características de los líquidos que se deben consumir antes, durante y después de la realización de actividades físico-deportivas.

En el Capítulo VI se lleva a cabo un análisis sobre las bebidas hidratantes, sus características y su clasificación.

El Capítulo VII, aborda la situación del entrenamiento en el deporte guatemalteco y la hidratación de los deportistas.

Se incluyen conclusiones y recomendaciones a las que se arribó, luego de finalizar la investigación.

Este trabajo es un aporte al proceso de investigación en el medio guatemalteco y una guía para todas aquellas personas que practican deporte, pero, principalmente para los entrenadores, técnicos deportivos, preparadores físicos, maestros de educación física y licenciados en deportes, que los oriente en su quehacer diario con niños, niñas, jóvenes y señoritas, que constituyen el futuro de este país.



## OBJETIVOS

Al realizar este trabajo de tesis se persiguen los siguientes objetivos:

1. Describir la importancia de la hidratación durante la práctica deportiva, como medio para mantener el nivel competitivo de los atletas antes, durante y después de la misma.
2. Identificar las principales características o atributos del agua dentro del cuerpo de las personas, su distribución y su equilibrio en el organismo.
3. Enumerar las principales funciones del agua y de determinados electrolitos indispensables para el buen funcionamiento del cuerpo humano; los efectos negativos provocados por la deshidratación y los lineamientos para hidratarse antes, durante y después de realizar ejercicio físico.
4. Describir las características que deben poseer las bebidas hidratantes para que realmente cumplan con las funciones para las cuales fueron creadas.

# Capítulo I

## Agua Corporal

# CAPÍTULO I

## AGUA CORPORAL

Cuando se escucha la frase “la importancia de la hidratación en el deporte”, nombre dado a este trabajo de investigación, inmediatamente viene a la mente de las personas la palabra “*agua*”, por ello, es importante iniciar con la explicación de este término, que constituye el componente más abundante del organismo y el cual es fundamental para que todos los seres vivos puedan cumplir con sus funciones básicas de nacer, crecer y desarrollarse, sin ella simplemente ni las plantas, ni los animales, ni los seres humanos podrían vivir. Según *José María López Rodríguez (2004)*, el agua es la única bebida realmente indispensable para vivir, tan importante que un individuo puede sobrevivir meses sin comer, pero sin agua se moriría en 12 días. Además, el agua es indispensable para que los alimentos se movilicen dentro del organismo, para regular la temperatura del cuerpo absorbiendo el calor, para que los desperdicios sean eliminados en forma de sudor y orina y principalmente para que los seres humanos se hidraten. Constituye uno de los componentes de la “*Pirámide Alimenticia*” (Figura 1), ya que el agua es considerada imprescindible para la dieta y vida de las personas, incluso más importante que tomar vitaminas, proteínas, calorías y electrolitos, ya sea por salud o rendimiento.

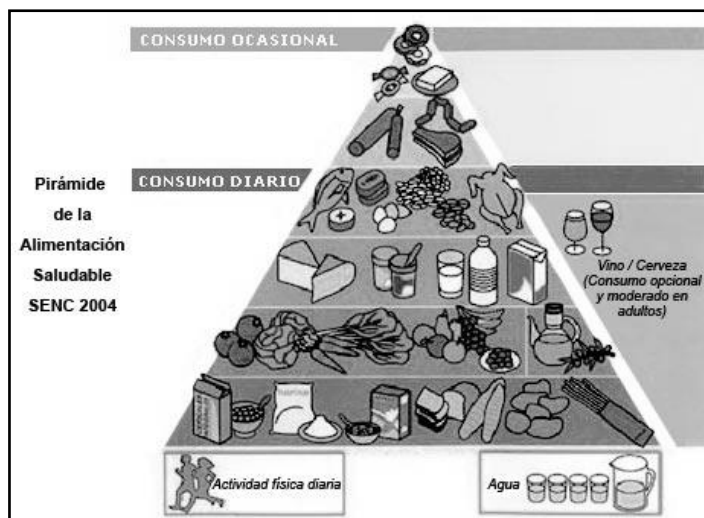


Figura 1. Pirámide Alimenticia.

Fuente: Nutrición, Revista Electrónica “Cocinar en Casa es Facilísimo.com” (2009)

La Revista Electrónica “Cocinar en Casa es Facilísimo.com” (2009), en la Figura 1, presenta al agua en la base de la “Pirámide Alimenticia”, demostrando con ello que este líquido es una de las sustancias más importantes en la vida de las personas, porque aproximadamente el 60% del peso de un individuo adulto es de agua y constituye el ingrediente número uno entre los atletas y aunque se menciona una gran cantidad de funciones que el agua tiene en la fisiología del organismo, en este momento se pueden resumir en dos, mismas que dan una idea de la importancia que tiene para los individuos que practican algún tipo de deporte: Como sistema de enfriamiento corporal y como transportador de nutrientes a lo largo del cuerpo.

### 1.1 Estructura molecular y propiedades del agua.

El agua químicamente pura es un líquido inodoro, insípido e incoloro, es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O) y proviene del latín “*aqua*”. Según la Revista de Divulgación “Mundo Científico” La Recherche (Versión en castellano, 2008) hasta el siglo XVII era considerada como un cuerpo simple; fue Henry Cavendish, en 1781, quien descubrió que era una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba. Este descubrimiento sirvió para que el químico Antoine Laurent de Lavoisier demostrara que el agua estaba constituida por hidrógeno y oxígeno; pero fue el químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el alemán Alexander Von Humboldt (1804), quienes estimaron que el agua estaba formada por dos volúmenes de hidrógeno por cada volumen de oxígeno, lo cual fue importante para el establecimiento definitivo de la fórmula molecular  $H_2O$ , es decir, dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (Figura 2).

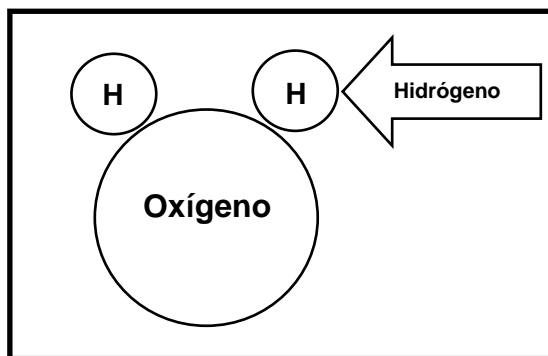


Figura 2. Molécula de Agua.

Fuente: Deshidratación, El Poder del Metabolismo, Frank Suárez (2008)

Como se puede observar en la Figura 2, el agua ( $H_2O$ ) es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno (H) y uno de oxígeno (O), tal como lo establecieron *Gay-Lussac* y *Von Humboldt*. Sin embargo, al analizar su estructura molecular, se observa que el átomo de oxígeno tiene una masa molecular ocho veces más grande que la de los dos pequeños átomos de hidrógeno. Por otro lado, al considerar su masa molecular,  $H_2O$ , se observa que la misma está compuesta de un 89% de oxígeno y sólo un 11% de hidrógeno, es decir, que cuando ingerimos agua lo que principalmente introducimos al cuerpo es oxígeno, siendo un aspecto fundamental en la hidratación, principalmente de aquellas personas que practican algún tipo de deporte o realizan actividad física.

El oxígeno es un elemento químico de número atómico “8” y símbolo “O”. Representa aproximadamente el 20.9% en volumen de la composición de la atmósfera terrestre. Es uno de los elementos más importantes de la química orgánica y participa de forma muy importante en el ciclo energético de los seres vivos, además es esencial en la respiración celular de los organismos aeróbicos. El oxígeno respirado por los organismos aerobios y liberado por las plantas mediante la fotosíntesis, participa en la conversión de nutrientes en energía (ATP) y es imprescindible para la vida. Todas las células del cuerpo humano precisan del oxígeno para poder vivir. Su disminución provoca hipoxia y la falta total de él anoxia, pudiendo provocar la muerte del organismo. Por su parte, el hidrógeno es un elemento químico representado por el símbolo “H” y con un número atómico de “1”, es el más abundante, constituyendo aproximadamente el 75% de la materia visible del universo y el más ligero de todos (*Van de Graaff, 1989*). El hidrógeno puede formar compuestos con la mayoría de los elementos y está presente en el agua y en la mayoría de los compuestos orgánicos. Desempeña un papel particularmente importante en la química ácido-base, en la que muchas reacciones conllevan el intercambio de protones entre moléculas solubles.

Según *Carlos Lafuente Larrauri (2008)*, al analizar esta misma estructura molecular se nota que el agua es una sustancia química muy privilegiada por las razones que a continuación se describen: Cada átomo de hidrógeno está unido al átomo de oxígeno

por un enlace covalente, el cual es relativamente fuerte; siendo así, ambos átomos ponen en común un electrón cada uno, esto provoca que los dos obtengan un electrón extra, entonces el átomo de hidrógeno, que posee solamente uno, se encuentra ahora con dos electrones externos y el de oxígeno con ocho (Figura 3a). En relación a la distribución de los electrones en el enlace covalente de oxígeno e hidrógeno, se sabe que los electrones son más fuertemente atraídos por el oxígeno que por el hidrógeno, provocando que el oxígeno adquiera una carga negativa y los hidrógenos se carguen positivamente (Figura 3b).

El oxígeno posee cuatro electrones más sin compartir. Este último hecho, unido a la menor electronegatividad de los átomos de hidrógeno, crea una asimetría eléctrica en la molécula de agua. Por esta razón, y a pesar de ser eléctricamente neutra, la molécula de agua tiene carácter dipolar. Esta polaridad favorece la interacción entre las moléculas de agua, de forma que la zona con carga eléctrica parcial negativa de una de ellas es atraída por la zona con carga parcial positiva de otra, estableciéndose entre ambas un tipo de enlace denominado enlace o puente de hidrógeno (Figura 4).

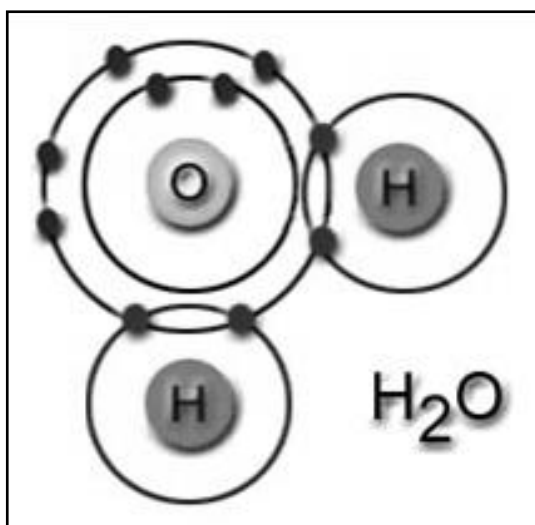


Figura 3a. La Estructura Molecular del Agua.  
Fuente: Estructura Molecular del Agua,  
Carlos Lafuente Larrauri (2008)

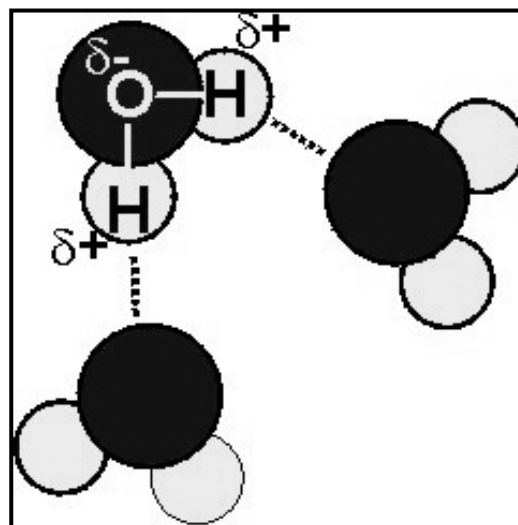


Figura 3b. La Estructura Molecular del Agua.  
Fuente: Estructura Molecular del Agua,  
Carlos Lafuente Larrauri (2008)

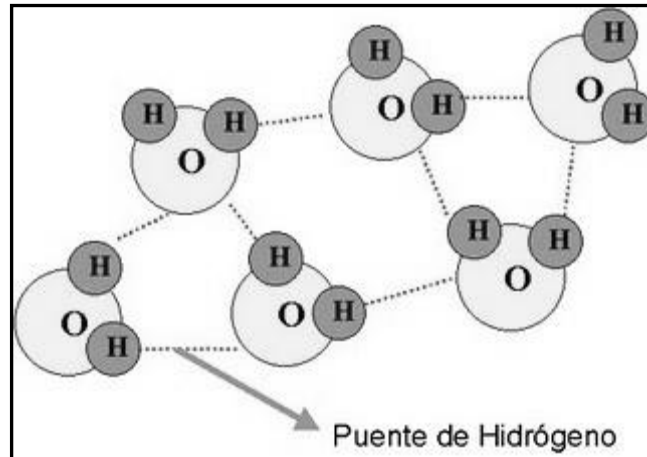


Figura 4. La Estructura Molecular del Agua.

Fuente: Estructura Molecular del Agua,  
Carlos Lafuente Larrauri (2008)

Por su estructura molecular el agua posee las siguientes propiedades físicas y químicas: Acción disolvente, polaridad, cohesión, adhesión, tensión superficial, acción capilar, calor específico, cristalización y otras. Como disolvente, el agua es considerada el solvente universal porque es el líquido que más sustancias disuelve; esta propiedad, tal vez la más importante para la vida, se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias. La capacidad disolvente es la responsable de dos funciones: Medio donde ocurren las reacciones del metabolismo y como sistema de transporte. En lo referente a la polaridad (propiedad de las moléculas que representa la desigualdad de las cargas eléctricas en la misma), se puede decir que la molécula de agua es considerada muy dipolar; los núcleos de oxígeno son mucho más electronegativos que los de hidrógeno, lo que otorga a los dos enlaces de una fuerte polaridad eléctrica, con un exceso de carga negativa del lado del oxígeno y de carga positiva del lado de los hidrógenos. La cohesión es la propiedad por la cual las moléculas de agua se atraen a sí mismas, por lo que se forman cuerpos de agua: las gotas, es decir, la unión de varias moléculas de este líquido. La adhesión constituye la propiedad por la cual el agua generalmente es atraída y se mantiene adherida a otras superficies, es decir, permanece fijada a otras sustancias o cuerpos, esto es lo que se conoce comúnmente como "*mojar*".

A la vez, la tensión superficial se refiere a que el agua posee una gran atracción entre las moléculas de su superficie, creando tensión superficial. La superficie del líquido se comporta como una película capaz de alargarse y al mismo tiempo ofrecer cierta resistencia al intentar romperla; esta propiedad contribuye a que algunos objetos muy ligeros floten en la superficie del agua. Debido a su elevada tensión superficial, algunos insectos pueden estar sobre ella sin sumergirse e, incluso, hay animales que corren sobre ella. En lo referente a la acción capilar, se puede decir que el agua cuenta con la propiedad de la capilaridad, que es la característica de ascenso o descenso, de un líquido dentro de un tubo capilar. En cuanto al calor específico del agua, podemos decir que la misma puede absorber grandes cantidades de calor que emplea para romper los puentes de hidrógeno por lo que la temperatura se eleva muy lentamente. La cristalización es la propiedad por la cual el agua se cristaliza esponjosa (nieve). Otras características que posee el agua son: No posee propiedades ácidas ni básicas, con ciertas sales forma hidratos, reacciona con los óxidos de metales formando bases y es catalizador en muchas reacciones químicas.

## **1.2 Distribución corporal del agua.**

En relación a la distribución corporal del agua se puede decir que este líquido es uno de los nutrientes más importantes, más abundantes e indispensables para que el cuerpo humano funcione con normalidad. A excepción del esmalte de los dientes y tejido óseo, el agua es la sustancia más abundante de los tejidos corporales. *Tórtora y Anagnostakos (1993)* lo confirman cuando afirman que el porcentaje de agua en los eritrocitos es casi del 60%, en el tejido muscular del 75% y en el plasma sanguíneo del 92%. Otro ejemplo de dicha distribución se encuentra en el artículo "*El Cuerpo Humano y el Agua*" de la *Revista Electrónica El Portal del Agua (2006)*, indicando que este líquido está presente en los huesos en un 20%, en el encéfalo 85%, en la piel 70%, en el corazón 80% y en los dientes 0.2%. Al observar el porcentaje de este líquido contenido en el plasma sanguíneo, se podrá notar la importancia que posee el agua para mantener la viscosidad de la sangre en valores normales durante la



práctica de ejercicio físico y que no permitirá una disminución del rendimiento deportivo, valores que en condiciones de deshidratación no se mantienen debido al incremento de la pérdida de agua por el cuerpo durante el ejercicio.

Otros datos en relación al porcentaje de agua en algunos órganos del cuerpo humano, los presenta *José María López Rodríguez (2004)*, indicando que el agua constituye el 85% de la sangre, el 75% del cerebro, el 70% de los músculos y hasta el 22% de la osamenta, es decir, una gran parte de estos órganos están constituidos por agua. *Leslie Rodríguez (2006)* afirma que el 75% de los tejidos musculares y el 25% de los tejidos grasos están formados por agua. En base a los datos mencionados anteriormente, se puede decir que la totalidad del agua contenida en el organismo humano se encuentra distribuida de la siguiente forma, según la *Revista Electrónica “Deporte y Nutrición” (2008)*:

Distribución de Agua en Diferentes Espacios Corporales	
Localización	Porcentaje
Líquido Intracelular	55%
Líquido Intersticial y Linfa	20%
Tejido Conjuntivo, Piel y Músculos	7.5%
Plasma	7%
Líquido Transcelular	2.5%
Otros	8%

Tabla 1. Distribución del Agua en los Diferentes Espacios Corporales.

Fuente: Hidratación del Deportista, Parte III, Revista Electrónica “Deporte y Nutrición” (2008)

Como se puede observar en la Tabla 1, en el cuerpo humano el agua está distribuida en dos partes esenciales: En el interior (líquido intracelular) y exterior de las células (líquido extracelular), siendo así, en un adulto joven, alrededor del 55% del total de esta se encuentra en el interior de las células, pues todo lo que rodea al núcleo de la célula que es el citoplasma está formado aproximadamente por un noventa por ciento de agua, y el restante 45% se encuentra fuera de las células. El agua que se encuentra en el exterior de las células forma parte de los diferentes líquidos del

cuerpo, como la linfa, los diferentes ácidos del aparato digestivo, el plasma sanguíneo, el líquido sinovial, el líquido cefalorraquídeo, el líquido intraocular, el líquido intersticial (el que ocupa los espacios del cuerpo que no llenan los órganos, huesos y músculos) y otros. Según *Wilmore & Costill (2007)* aproximadamente dos terceras partes del volumen total de agua en el cuerpo pertenecen al líquido intracelular, mientras que una tercera parte se encuentra fuera de las células como plasma, fluido intersticial, linfa y otros fluidos.

### **1.3 Distribución del agua en relación a la edad, el sexo y el peso.**

La cantidad total de agua en el organismo depende de la edad, el sexo, la masa muscular y el tejido adiposo de una persona. En individuos saludables, la cantidad de agua corporal total varía poco, excepto como resultado del crecimiento, el aumento o pérdida de peso o condiciones especiales tales como la gestación y la lactancia. En relación con las proporciones de músculo y grasa, se puede decir que la masa muscular en una persona adulta está formada aproximadamente de 70% a 75% de agua, mientras que el tejido adiposo contiene entre 10% y 40% del peso corporal, es decir, que conforme aumenta el tejido adiposo, la porción de agua corporal disminuye y, por el contrario, al acrecentarse la cantidad de músculo se eleva la cantidad de agua en el organismo, razón por la cual las mujeres poseen un porcentaje de este líquido corporal menor que los varones, ya que poseen una proporción de grasa relativamente más alta.

Con el envejecimiento disminuye el agua corporal total, debido sobre todo a la pérdida de masa muscular (*Rose 2001*), habiendo una mayor tendencia a la pérdida de agua intracelular, factor que se suma al incremento en la pérdida de sensibilidad hacia la sensación de sed. Según se madura, el cuerpo humano retiene menor cantidad de agua celular (hasta un 10% a un 15% menos, a la edad de 65 años), por ejemplo, si comparamos a una niña recién nacida el agua ocupa 74% de su organismo, sin embargo, esa proporción desciende hasta un 47% en una mujer de 51 años, mientras el porcentaje de agua corporal total en un hombre de la misma edad desciende hasta el 56% (*Ann C. Grandjean y Sheila M. Campbell, 2006*).

Agua Corporal Total (ACT) como Porcentaje del Peso Corporal Total en Diversos Grupos de Edad y Sexo	
Población	ACT como Porcentaje del Peso Corporal Promedio e Intervalo
Recién Nacido a 6 Meses	74% (64-84)
6 Meses a 1 Año	60% (57-64)
1 a 12 Años	60% (49-75)
Varones de 12 a 18 Años	59% (52-66)
Mujeres de 12 a 18 Años	56% (49-63)
Varones de 19 a 50 Años	59% (43-73)
Mujeres de 19 a 50 Años	50% (41-60)
Varones desde 51 Años	56% (47-67)
Mujeres desde 51 Años	47% (39-57)

Tabla 2. Porcentaje de Agua Corporal Total

Fuente: Hidratación: Líquidos para la Vida, Ann C. Grandjean y Sheila M. Campbell (2006)

En la Tabla 2 se muestra el porcentaje promedio de agua contenido en el organismo humano, tomando en cuenta la edad y sexo de los individuos, esto según los datos de *Grandjean y Campbell (2006)*. Entre paréntesis se presentan los rangos de dichos porcentajes. *Grandjean y Campbell* encontraron en sus investigaciones que los rangos de agua corporal total en los bebés (hombre o mujer) a los seis meses de nacidos están comprendidos entre un 64% y 84%, determinando que sus cuerpos están formados como promedio de un 74% de agua. Desde esta edad hasta los doce años se observa que este promedio desciende hasta un 60%, sin importar si las personas pertenecen al género femenino o masculino; la diferencia se encuentra en los rangos encontrados que van desde un 57% hasta un 64% entre las edades de seis meses a un año y los encontrados entre un año y doce años de edad que van desde un 49% hasta un 75%. A partir de esta última edad, tanto los rangos como el promedio de agua corporal total encontrados en las investigaciones varían en el hombre y la mujer, por ejemplo, en las personas del género masculino se determinó como promedios un 59% y 56% para las edades comprendidas entre los 12-18 años y a partir de los 51 años respectivamente; mientras que para las mujeres en las

mismas edades se estableció como promedios 56% y 47%. Se observa entonces, que conforme el individuo crece, el porcentaje de agua disminuye, variando a partir de los 12 años según el sexo de los individuos.

Otros datos en relación a la edad y el porcentaje de agua en el organismo los presentan *Guzmán R., Barreneche O. y Martínez (2009)*, indicando que: *“La mayor proporción de agua con respecto al peso se encuentra en la etapa fetal, en promedio un 90%, con un rango entre 85% y 95%. En el recién nacido a término, el agua corporal total tiene un valor medio de 75% y su rango oscila entre el 60% y el 85%. Con el crecimiento, debido al incremento del número de células, del tamaño de los tejidos y del contenido graso, el contenido de agua corporal total acentúa su disminución encontrándose al final del tercer mes de vida un valor promedio de 70% entre 65% y 75%. A partir de este momento, y hasta el primer año de vida, la disminución del agua corporal total es alrededor de un 10%, alcanzando al final del año las mismas proporciones del adulto; con pequeñas fluctuaciones se mantendrá así hasta la adolescencia, cuando por acción predominante hormonal aparece la diferencia por sexo en el contenido de agua corporal total, en promedio un 60% (55%-65%) en el hombre y un valor medio de 50% (45% y 55%) en mujeres”.*

Durante la gestación el embrión está formado por un 95% de agua, pocas semanas después del nacimiento esta disminuye a un 80%, para reducirse a los tres meses a un 64% y permanecer así por el resto de la vida. *Gebert (1993)* considera que el agua constituye entre el 50% y 70% del peso corporal, *Jack Wilmore & David Costill (1999)* estiman un 60% para un hombre joven y 50% para una mujer joven, *Ernest Maglishco (1986)* y *Lamb & Shehata (1999)* proponen un 60% del peso corporal para ambos sexos, *Rolando Ciró (1994)* plantea un 55% a 60% en el hombre y un 50% a 55% en la mujer.

La cantidad de agua en un individuo adulto con un peso de 70 kilos, es de aproximadamente unos 40 litros, distribuidos en todos los tejidos del cuerpo. Toda el agua que contiene el organismo humano fluye por todo el cuerpo para mantenerlo

perfectamente humectado. Según la Revista Electrónica *El Portal del Agua* (2006) en su artículo “*El Cuerpo Humano y el Agua*”, en el organismo, recorre unos 950 kilómetros a través de la red sanguínea, (fluye por 160 millones de arteriolas, 500 millones de venas y por 5,000 millones de vasos capilares). Según lo anterior, la ingesta de agua es indispensable para la vida, aún más importante que el aporte energético, pues un organismo puede ayunar durante varias semanas, pero la ingesta hídrica no puede superar las 48 horas sin provocar perturbaciones graves e incluso la muerte si se prolonga por más tiempo. Esta importancia radica en el hecho que el agua es el componente mayoritario y definitorio del cuerpo humano (desde el 75% del recién nacido hasta menos del 60% del anciano). Por lo tanto, el agua es fundamental para la homeostasia del organismo, debiendo mantener un equilibrio constante para la correcta función de toda la maquinaria humana, principalmente durante la práctica de ejercicio físico, donde el trabajo de determinadas sustancias, tejidos y órganos se ve aumentada y donde la composición de las mismas se ve alterada por el esfuerzo realizado.

#### **1.4 Equilibrio hídrico.**

Después de haber analizado la estructura molecular del agua, sus propiedades, su distribución en el cuerpo según la edad, el sexo y el peso de las personas, se puede decir que el agua es considerada un nutriente no energético, pero fundamental para que nuestro organismo se mantenga correctamente estructurado y en perfecto funcionamiento, así como para mantener el rendimiento corporal durante la realización de ejercicio físico. Por lo que, el mantenimiento del equilibrio hídrico es fundamental para todo ser humano, ya que cualquier desequilibrio del mismo puede afectar negativamente el rendimiento físico y atentar contra la salud del organismo. El equilibrio del agua corporal es el resultado del equilibrio entre el consumo y la pérdida de agua (*Mudge y Weiner, 1990*); siendo así, en condiciones normales, la entrada de líquidos es igual a la salida, por lo que el cuerpo conserva un volumen constante, siendo así es importante que los atletas durante los entrenamientos y las competencias se hidraten correctamente para mantener este equilibrio hídrico.

Si se analizan los mecanismos que posee el organismo para mantener este equilibrio entre la pérdida y el consumo de agua, se puede observar que los individuos sedentarios o con escasa actividad, en condiciones de temperatura templada, pierden agua a través de cuatro mecanismos de excreción de líquidos: Orina, heces, respiración y sudor. Según *Tórtora y Anagnostakos (1993)*, en condiciones normales un individuo sedentario en promedio diariamente pierde 1500 mililitros de líquido por la producción y excreción de orina por los riñones, 200 mililitros por la producción y excreción de heces por el tubo digestivo, 300 mililitros por el oxígeno utilizado en los procesos de respiración en los pulmones y 500 mililitros en los procesos de pérdida de calor por la piel (sudor). Sumando todos los valores, da un gran total de 2500 mililitros de agua excretada por el organismo en condiciones normales, sin embargo, durante la práctica deportiva dichos valores de pérdida de agua aumentan, principalmente por la piel, debido al incremento en la producción de sudor para eliminar el calor excesivo producido en el interior del cuerpo.

Consumo Hídrico Diario			Excreción Hídrica Diaria		
Fuente	Iturriza y Cols (1995)	Merchant (1999)	Fuente	Iturriza y Cols (1995)	Merchant (1999)
Bebidas	1300	1500	Orina	1500	1500
Alimentos	1000	1000	Heces	300	200
Agua Metabólica	300	300	Pulmones	300	350
			Piel (Sudor)	500	750
<b>Total</b>	<b>2600</b>	<b>2800</b>	<b>Total</b>	<b>2600</b>	<b>2800</b>

Tabla 3. Aportes y Pérdidas Diarias de Agua de una Persona Sedentaria.

Fuente: La Hidratación del Deportista; Juan Azael Herrero Alonso, René González Boto y David García López (2003)

En la Tabla 3 se muestra una comparación entre el consumo de agua y su respectiva excreción (en mililitros), estos datos de *Iturriza y Cols* y *Merchant* son presentados por *Juan Azael Herrero Alonso, René González Boto y David García López (2003)*. Si

se observan estos datos, se estaría hablando de un rango de 2600 a 2800 mililitros de pérdida diaria de agua corporal a través de los cuatro mecanismos de excreción de líquidos: Orina, Heces, Pulmones y Sudor. Se estarían perdiendo 1500 mililitros de agua corporal por medio de la orina, 200-300 mililitros a través de las heces, 300-350 mililitros que se utilizan en los procesos de la respiración en los pulmones y 500-750 mililitros a través del sudor producido por el organismo. Por otro lado, según estos autores y hablando de la ingesta de agua, esta varía según la edad, el estado de salud, la actividad física, la dieta habitual y el clima en que se vive, pero básicamente existen tres mecanismos por los cuales el organismo obtiene el líquido necesario para mantenerse funcionando correctamente: Los líquidos ingeridos, los alimentos consumidos y el agua metabólica, siendo así, se encuentran valores que van de 1300 a 1500 mililitros de agua consumida en las bebidas, 1000 mililitros por los alimentos y 300 mililitros por las reacciones de oxidación de los nutrientes (agua metabólica).

<b>Pérdida Diaria de Agua - Åstrand y Rodahl (1986)</b>	
Parámetro	MI
Riñones	1500
Tracto Respiratorio	400
Tracto Gastrointestinal	200
Piel	500
<b>Total</b>	<b>2600</b>
<b>Ingesta Diaria de Agua - Åstrand y Rodahl (1986)</b>	
Parámetro	MI
Fluidos	1300
Comida	1000
Oxidación Celular	300
<b>Total</b>	<b>2600</b>

Tabla 4. Producción y Consumo Diario de Agua en el Organismo.

Fuente: La Hidratación del Deportista; Juan Azael Herrero Alonso, René González Boto y David García López (2003)

En la Tabla 4, *Åstrand y Rodahl* presentan los valores (en mililitros) en cuanto a la producción y consumo diario de agua en el organismo humano, dichos datos demuestran un equilibrio entre la pérdida y la ingesta diaria de agua. Además, se puede observar que mientras el cuerpo pierde agua a través de los riñones (orina), el tracto respiratorio (respiración), el tracto gastrointestinal (heces) y la piel (sudor), el organismo la obtiene a través de los fluidos ingeridos (bebidas), los alimentos consumidos y las reacciones de oxidación celular que se producen en el interior del cuerpo humano (agua metabólica), manteniendo así el equilibrio entre la pérdida y la ingesta diaria de agua. Durante la realización de ejercicio físico se debe incrementar la ingesta de fluidos (bebidas), tanto de agua pura como de algún tipo de hidratante, para mantener el equilibrio hídrico mencionado anteriormente y que permita el mantenimiento del rendimiento deportivo.

Analizado los aspectos más sobresalientes sobre la estructura molecular, las propiedades físicas y químicas, la distribución en el cuerpo y el equilibrio de agua en el organismo humano; se puede observar que es un líquido muy privilegiado debido a los elementos que la componen y la forma en que están distribuidos dentro de su estructura, misma que le brinda unas extraordinarias propiedades físicas y químicas, que se confirman al compararlas con sus funciones dentro del cuerpo humano y que brindan una idea clara de lo trascendental que este fluido es para el buen funcionamiento del organismo, tanto en condiciones normales como de práctica deportiva. Además, se observa que el porcentaje de agua como peso corporal total, va disminuyendo conforme el individuo crece y de acuerdo al porcentaje de grasa que posea. También los mecanismos utilizados para la conservación del equilibrio hídrico del cuerpo, principalmente aquellos que son indispensables durante la práctica de ejercicio físico, demuestran la importancia que el agua posee para evitar la deshidratación.

En la actividad deportiva el equilibrio de agua en el organismo es un elemento fundamental en la consecución de un rendimiento óptimo, sin embargo, por la intensidad del ejercicio y el clima principalmente, este equilibrio se perturba y algunos



de los aspectos que ya se mencionaron se modifican o disparan a valores a veces críticos y algunos sistemas de regulación, como la termorregulación, son del todo ineficaces para mantener el equilibrio hídrico. Todos los aspectos indicados a lo largo de este primer capítulo son indispensables para comprender las diferentes funciones, tanto generales como específicas, que el agua desempeña dentro del organismo humano, tanto en condiciones de reposo como de práctica de actividades físicas y deportivas, por lo que sirven de base para el estudio de las mismas.

# Capítulo II

## Funciones Generales

### del Agua

## **CAPÍTULO II**

### **FUNCIONES GENERALES DEL AGUA**

El conocimiento de la estructura molecular del agua en su estado líquido, así como de sus propiedades físicas y químicas y su distribución en los diferentes espacios corporales, es fundamental para comprender las funciones que este elemento desempeña en nuestro organismo tanto en condiciones normales como de ejercicio físico. Sin embargo, al hablar de este último aspecto, es importante conocer los mecanismos utilizados por el organismo para conservar el equilibrio de agua dentro de sí mismo, ya que con la realización de actividad física el cuerpo humano sufre de deshidratación por la pérdida constante de este líquido vital, aspectos que han sido tratados anteriormente y que sirven de base para introducirse a continuación en las funciones generales del agua dentro de nuestro organismo.

En la antigüedad para el filósofo griego *Aristóteles* el agua constituía uno de los cuatro elementos que formaban el Universo (agua, aire, tierra y fuego), sin embargo, en la actualidad se le considera como sinónimo de vida ya que es un elemento primordial de la estructura y el metabolismo de todos los seres humanos. Esta función fundamental de este líquido deriva de las extraordinarias propiedades físicas y químicas que posee el agua y que la convierten en un líquido excepcional. También, debido a estas múltiples propiedades, desempeña numerosas funciones corporales esenciales para la vida de las personas y para la práctica deportiva.

#### **2.1 Actúa como solvente y medio de suspensión.**

Según *Tórtora y Anagnostakos (1993)* el agua generalmente es llamada el solvente universal, debido a que sirve como un solvente para muchos solutos. Se le llama solvente al líquido o gas en el cual se disuelve otro material (soluta). Por otro lado, se le llama solución a la combinación de un solvente con un soluto, por ejemplo: el agua salada. Muchos sustratos se disuelven o llegan a estar suspendidos en agua, lo que les permite reaccionar para formar nuevos compuestos. Este atributo del agua también facilita la eliminación de productos de desecho y toxinas a través de la orina.

## **2.2 Participa en reacciones químicas.**

Otra de las funciones del agua, según *Tórtora y Anagnostakos (1993)* es que *participa en reacciones químicas*: Por ejemplo, en los procesos de la digestión el agua se suma a las grandes moléculas de nutrientes para fragmentarlas en moléculas más pequeñas, lo que es de vital importancia si el organismo va a utilizar la energía de los nutrientes, dicha acción constituye una reacción química de descomposición. Sin embargo, el agua también se presenta en las reacciones de síntesis (combinación) para producir moléculas nuevas y mayores, tales como las hormonas y las enzimas.

## **2.3 Regula la temperatura.**

Para *Tórtora y Anagnostakos (1993)* el agua necesita una gran cantidad de calor para aumentar su temperatura y una gran pérdida de calor para reducirla. La presencia de un gran volumen de agua modera los efectos de las fluctuaciones en la temperatura ambiental y por lo tanto ayuda a mantener una temperatura corporal homeostática. El agua absorbe el calor ante cualquier cambio en la temperatura, aun cuando éste sea relativamente pequeño, por esta capacidad de almacenamiento térmico, la misma ayuda a regular la temperatura del cuerpo absorbiendo el calor y liberándolo a través de la producción y evaporación de sudor. Esta es una de las principales funciones del agua durante la práctica deportiva, donde la temperatura corporal se incrementa considerablemente, ya sea por las condiciones ambientales externas o por los procesos internos del cuerpo; debiendo absorber el calor excesivo y evaporándolo por medio del sudor producido.

## **2.4 Sirve como lubricante.**

En varias partes del cuerpo el agua colabora en la lubricación de diferentes partes del mismo; por ejemplo, es indispensable en el tubo digestivo, en la mucosa humedece los alimentos para asegurar su paso con mayor libertad; también es fundamental en el tórax y abdomen, donde evita que los órganos internos se toquen y deslicen entre sí.

## **2.5 Transporta oxígeno y nutrientes.**

El agua es un vehículo que sirve para transportar los nutrientes y los desechos de las células y otras sustancias, como el oxígeno, las hormonas, las enzimas, las plaquetas y las células sanguíneas a diferentes partes del cuerpo humano, lo que facilita tanto el metabolismo celular como el funcionamiento químico celular. Siendo así, el agua realiza una función trascendental en los procesos digestivos, transportando los nutrientes y energía a los tejidos y células del organismo. En este aspecto, el agua que forma el plasma sanguíneo es fundamental para el transporte de glóbulos rojos que llevan oxígeno desde los pulmones hasta las células, ya que durante la práctica deportiva, dependiendo de la intensidad de la misma, las necesidades de oxígeno se incrementan considerablemente, siendo indispensable bombear la sangre con mayor rapidez, aumentando la frecuencia cardíaca y manteniendo la viscosidad de la sangre para movilizarla sin ningún problema y cubrir dichas necesidades.

## **2.6 Mantiene la humedad en los pulmones.**

Esta propiedad solvente del agua es fundamental para la vida de los seres humanos, ya que si las superficies de los sacos aéreos en los pulmones no están húmedas, el oxígeno no podrá disolverse, y por lo tanto, no podrá desplazarse hacia la sangre para distribuirse en el cuerpo (*Tórtora y Anagnostakos, 1993*), provocando con ello la disminución del rendimiento deportivo por falta de oxígeno en los músculos.

## **2.7 Desintoxica el cuerpo.**

El agua contiene muchos ingredientes no visibles como minerales, oxígeno, nutrientes, productos de desecho y contaminantes. Por ejemplo, la sangre, que es un 90% agua, circula por el cuerpo distribuyendo nutrientes y oxígeno, mientras que recopila desechos como el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Durante el ejercicio la producción de CO<sub>2</sub> se incrementa, debiendo la sangre trasladar este producto de desecho desde las células hasta los pulmones donde es expulsado, por lo tanto, el agua contenida en el plasma sanguíneo juega un papel fundamental en este

transporte, para evitar que se acumule una cantidad exagerada de CO<sub>2</sub> en las células musculares y provoque la disminución del rendimiento por la práctica de ejercicio físico-deportivo.

Otras funciones que realiza el agua son: Mantenimiento de la humedad de la piel, lubricación de la superficie de los ojos mediante las lágrimas, limpieza y humedecimiento de la cavidad bucal mediante la saliva, ayuda a mantener el equilibrio y la presión sanguínea, regula la acidez estomacal y mantiene el metabolismo (*Bertha Sola Valdés, 2000*).

Observando las principales funciones del agua en el organismo humano, se puede notar que la misma es fundamental para el buen desempeño del cuerpo, desde algo muy sencillo como el humedecimiento de los ojos, hasta algo muy complejo como el mantenimiento de la temperatura corporal por la pérdida de sudor durante la realización de ejercicio físico; funciones que vienen dadas por su estructura molecular y por sus propiedades físicas y químicas que la hacen una sustancia única en el mundo, y que conjuntamente con los electrolitos son esenciales para mantener una buena hidratación y por ende un buen funcionamiento del cuerpo humano, aún en condiciones extremas de calor y/o actividad físico-deportiva.

# Capítulo III

## Balance Iónico

### **CAPÍTULO III**

#### **BALANCE IÓNICO**

El balance iónico se entiende como el equilibrio entre todos los electrólitos que ingresan al organismo y los que salen del mismo, en un intervalo de tiempo determinado, en este caso se habla del sodio, potasio, cloro, calcio, fosfato, magnesio, hierro y zinc (*Boix, Pardo y Picó, 2001*). Por lo tanto, es importante incluir este capítulo, ya que muchas de las funciones generales del agua que se mencionaron anteriormente, dependen en gran medida del contenido de estos elementos dentro del organismo, además de indicar que muchas veces se considera a la deshidratación única y exclusivamente como la pérdida de agua, sin considerar que también se pierden muchas cantidades de estos elementos durante la práctica físico-deportiva, principalmente si la intensidad de la misma es alta y se realiza en un clima caluroso.

Por lo tanto, al igual que el agua, los electrolitos son fundamentales para mantener el equilibrio en el organismo; la falta de uno de estos causaría serios problemas en el organismo, que no serían resueltos hasta su regeneración, de la misma forma que ocurre con el agua. Por lo que, debe considerarse que a través del sudor, se elimina no solo agua, sino que también grandes cantidades de electrolitos, lo que puede provocar un desajuste en el equilibrio fisiológico del cuerpo humano, esto se puede demostrar al considerar la composición del sudor el cual acarrea grandes cantidades de sales minerales, lo que le proporciona su característico sabor salado. Al analizarlo, se observa que además de agua, también posee: Sodio, cloro, potasio, calcio, magnesio, zinc, fósforo, hierro y otros más, por lo tanto, se debe pensar que cuando se realiza ejercicio físico, estas cantidades se ven relativamente aumentadas en el sudor en comparación de cuando no realizamos dicha actividad y las funciones de determinados órganos y sistemas se ven afectados grandemente por la disminución o falta de estos elementos, tales como los músculos, la sangre, los pulmones, etc. No puede desligarse el equilibrio hídrico del balance iónico ya que, en condiciones normales, el contenido de agua corporal total está relacionado



directamente con la concentración iónica. Siendo así, se realiza un análisis de los principales electrolitos que componen el sudor y sus funciones en el organismo humano, dentro de estos tenemos: Sodio, potasio, cloro, calcio, fosfato, magnesio, hierro y zinc (*Gabin de Sardoy, 2005*).

### **3.1 Sodio.**

El sodio es considerado el ion extracelular más abundante, constituye aproximadamente el 90% de los cationes extracelulares, su concentración sérica normal es de 136 a 142 miliequivalentes por litro; alrededor de un 50% del sodio corporal total se encuentra en los huesos y dientes, un 45% se localiza en los líquidos extracelulares y el 5% restante se distribuye en los líquidos intracelulares; aproximadamente el 70% del sodio corporal total es intercambiable, la mayor parte del mismo proviene del líquido extracelular (60%). Dentro de sus principales funciones tenemos: Interviene en la transmisión de impulsos en el tejido muscular y nervioso; conjuntamente con el cloro conserva el volumen y la presión osmótica de los líquidos en el espacio extracelular e interviene en la regulación del equilibrio ácido-base; regula el reparto de agua en el organismo y participa en el proceso digestivo. Por lo tanto, la pérdida de sodio provocada por la deshidratación puede originar hiponatremia (concentración sérica inferior a la normal), cuyas características son: debilidad muscular, cefalea, hipotensión, taquicardia, desvanecimiento y choque. Por el contrario, la hipernatremia que es la concentración sérica arriba de lo normal, puede provocar hipertonicidad de agua, dando como resultado la deshidratación celular, cuyos síntomas incluyen sed intensa, fatiga, debilidad, agitación y coma (*Van de Graaff, 1989*).

### **3.2 Potasio.**

El potasio es considerado el catión más importante en el líquido intracelular, su concentración sérica normal es de 3.8 a 5.0 miliequivalentes por litro, dentro de sus funciones tenemos: Participa en el funcionamiento del tejido nervioso y muscular; también ayuda a conservar el volumen de líquidos en las células y su concentración influye sobre el PH del líquido intracelular; estimula la eliminación de toxinas a través

de la orina e interviene en el almacenamiento de carbohidratos y su transformación en energía e interviene en la circulación sanguínea. La deshidratación puede producir hipocalcemia (concentración plasmática de potasio inferior a la normal) que se caracteriza por calambres, fatiga, parálisis flácida, náusea, vómito, confusión mental, aumento del gasto urinario y respiraciones cortas; y por el contrario, la hipercalemia (concentración arriba de lo normal de potasio) se caracteriza por irritabilidad, ansiedad, calambres abdominales, diarrea y debilidad, especialmente de piernas (*Tórtora y Anagnostakos, 1993*).

### **3.3 Cloro.**

El cloro es el anión más abundante en los líquidos extracelulares y conjuntamente con el sodio, sirve para mantener el volumen y la presión osmótica de los líquidos en el espacio extracelular e interviene en la regulación del equilibrio ácido-base. El nivel normal de cloro en la sangre es de 95 a 103 miliequivalentes por litro, por debajo de estos valores se produce hipocloremia (concentración baja de cloro en la sangre) que puede ser consecuencia de vómito, deshidratación y terapia con ciertos diuréticos, sus síntomas incluyen espasmos musculares, alcalosis y depresión respiratoria (*Tórtora y Anagnostakos, 1993*).

### **3.4 Calcio.**

Otro electrólito, es el calcio que es considerado el ion más abundante del cuerpo y es el principal electrolito extracelular; su concentración sérica normal es de 4.6 a 5.5 miliequivalentes por litro; dentro de sus funciones tenemos que participa en la coagulación de la sangre, la liberación de neurotransmisores, la conducción neuromuscular, el mantenimiento del tono muscular y la excitabilidad del tejido nervioso y muscular. Siendo así, la deshidratación puede provocar hipocalcemia (concentración sérica menor a la normal) que se caracteriza por entumecimiento y parestesias de los dedos, reflejos hiperactivos, calambres musculares, tetania y convulsiones.

### **3.5 Fosfato.**

El fosfato es un electrolito con predominancia intracelular; su concentración sérica normal es de 1.7 a 2.6 miliequivalentes por litro; el mismo es indispensable para la síntesis de ácidos nucleicos y de compuestos de alta energía y algunas sustancias que sirven como amortiguadores. Por la deshidratación puede surgir hipofosfatemia, que según el *Diccionario Médico Interactivo de Portales Médicos (2009)* es la “disminución de la cantidad de los fosfatos contenidos en el plasma sanguíneo” y que se caracteriza por confusión, convulsiones, coma, dolor torácico y muscular, aumento en la susceptibilidad a las infecciones, entumecimiento y parestesias de los dedos e incoordinación.

### **3.6 Magnesio.**

El magnesio en su mayoría es un electrolito intracelular; su concentración sérica normal es de 1.3 a 2.1 miliequivalentes por litro; este elemento químico activa las enzimas que intervienen en el metabolismo de los carbohidratos y proteínas; dispara la bomba de sodio y potasio y preserva la estructura del ácido desoxirribonucleico, ácido ribonucleico y ribosomas; es indispensable para la asimilación de calcio y vitamina C, los cuales permiten mantener el buen estado de huesos, cartílagos y articulaciones; interviene en la eliminación de exceso de calcio y fósforo y con esto previene la formación de cálculos; ayuda a corregir arritmias e insuficiencias cardiacas (*José María López Rodríguez, 2004*).

### **3.7 Hierro.**

En lo referente a la utilización del hierro en el metabolismo muscular, es necesario mencionar que el mismo es indispensable para unir el oxígeno al glóbulo rojo y transportarlo a los tejidos por medio de la hemoglobina; es necesario en la formación de mioglobina en su doble función de temporáneo depósito de oxígeno en el ámbito del músculo y de mediador de la difusión del oxígeno a través de la membrana celular; e irremplazable al participar, ligado con proteínas, en la formación de ATP. Se puede entender que la reducción de hierro provocada por la deshidratación influye en una disminución del rendimiento de los deportistas. Por lo que, es

aconsejable implementar una dieta rica en hierro o una integración dietética a nivel de prevención, aunque no debe superar los 15 miligramos al día para no interferir en otras funciones como la absorción del zinc (*Van de Graaff, 1989*).

### **3.8 Zinc.**

En lo referente al zinc, se puede llegar a valores plasmáticos de este electrólito inferiores a lo normal debido a pérdidas de zinc con el sudor y con la orina. Una disminución plasmática de zinc regularmente se acompaña de una deficiencia en el músculo lo que provoca una disminución en la capacidad de resistencia, posiblemente porque el zinc es imprescindible para la actividad de las enzimas del metabolismo energético, sin embargo, se ha observado que la dieta de los deportistas contiene una cantidad de zinc superior a la óptima, que es aproximadamente de 18 miligramos al día (*José María López Rodríguez, 2004*).

Al analizar los principales electrolitos que son indispensables para el buen funcionamiento del organismo se observa que, tanto estos como el agua, son necesarios para mantener una adecuada hidratación del cuerpo, sin embargo, cuando surge un desequilibrio de uno de los dos o de ambos componentes (agua y electrolitos) aparece la deshidratación, principalmente por la práctica de ejercicios físicos o por la influencia de algunos aspectos climáticos que se tratarán posteriormente. Durante la realización de actividades físicas la utilización de estos elementos se ve grandemente aumentada, por lo que es necesario el consumo de dichas sustancias, sin las cuales muchos órganos, tales como los músculos se ven afectados, ya que son indispensables para el buen funcionamiento de los mismos, por ejemplo: El sodio tiene un papel en la transmisión del impulso nervioso, en la contracción muscular y la absorción de nutrientes por las células, funciones que están íntimamente relacionadas con el trabajo de los músculos al momento de realizar ejercicio físico.

# Capítulo IV

## Deshidratación y Deporte

## **CAPÍTULO IV**

### **DESHIDRATACIÓN Y DEPORTE**

Para un entrenador su objetivo consiste en que sus atletas logren el mayor rendimiento deportivo posible, siendo fundamental el control de factores internos y externos al propio entrenamiento y la competencia que produzcan una disminución de dicho rendimiento. Uno de estos factores lo constituye la prevención de la deshidratación, sin embargo, previo a entrar en detalles sobre este vocablo, es importante hacer mención de un término que muy poco se escucha: *Homeostasis*.

#### **4.1 Homeostasis y deshidratación.**

Según *Tórtora y Anagnostakos (1993)*, el término homeostasis "*hace referencia a la condición en la cual el ambiente interno del cuerpo permanece dentro de un margen de ciertos límites fisiológicos*". Cuando la homeostasis se altera, afecta la salud, y por el contrario, el organismo humano se encuentra en homeostasis cuando: contiene concentraciones óptimas de gases, nutrientes, iones y agua; cuando tiene una temperatura óptima y una presión óptima para la salud de las células. Siendo así, cualquier estímulo interno o externo que provoca un desequilibrio en el ambiente interno, puede alterar de manera continua la homeostasis en el organismo, sin embargo, el cuerpo tiene muchos elementos de regulación (homeostáticos) que se oponen a estos estímulos y crean un ambiente interno que logra el equilibrio. Por ejemplo: El calor producido por los músculos durante el ejercicio, que es un estímulo interno, podría inactivar las proteínas del cuerpo si éste no disipara el calor con rapidez. Igualmente, los músculos que se someten a ejercicios también producen además de calor, una gran cantidad de ácido láctico; si el cuerpo no tuviera un mecanismo homeostático para reducir la cantidad de este ácido, el líquido extracelular se acidificaría y destruiría a las células. Por lo expuesto anteriormente, puede decirse que uno de estos estímulos que alterarían la homeostasis del organismo sería la deshidratación.

La deshidratación es definida según Van de Graaff (1989) *“como la pérdida excesiva de agua y sales minerales de un cuerpo, la cual puede producirse por estar en una situación de mucho calor (sobre todo si hay mucha humedad), ejercicio intenso, falta de bebida o una combinación de estos factores; también ocurre en aquellas enfermedades donde está alterado el balance hidroelectrolítico, por falta de ingestión, o por exceso de eliminación”*. Otra definición proporcionada por Herrero Alonso, González Boto y García López (2003) sería la siguiente: *“Se define la deshidratación como la pérdida dinámica de agua corporal debida al sudor a lo largo de un ejercicio físico sin reposición de fluidos, o donde la reposición de fluidos no compensa la proporción de fluido perdido”*.

Una tercera definición es la que presenta el *Diccionario de la Salud del Niño (2009)*: *“La deshidratación es la pérdida excesiva de agua de los tejidos corporales, que se acompaña de un trastorno en el equilibrio de los electrolitos esenciales, particularmente el sodio, potasio y cloro”*. Una definición más sería la siguiente: *“La deshidratación es la falta de líquidos corporales indispensables para que el organismo cumpla con sus funciones normales a un nivel óptimo” (Greene, 1998)*. Además, Lopategui (2004) la define como *“un fenómeno en el cual se evidencia una pérdida importante del agua contenida en los tejidos corporales, a lo que también se le asocia un factor de trastorno en el equilibrio de los electrolitos considerados como esenciales (sodio, potasio y cloro), para un adecuado funcionamiento del organismo”*.

Cuando la deshidratación empieza, las pequeñas pérdidas de agua no representan ningún problema y en la mayoría de los casos pasan completamente desapercibidas, pero perder una cantidad importante de agua puede hacer que una persona se encuentre en serios problemas, por lo tanto, se habla de deshidratación cuando la pérdida de líquidos (sudor) es mayor al 1% del peso corporal, produciendo de esta manera condensación de la sangre, aumento de la frecuencia cardiaca, náuseas, fatiga, calambres musculares y agotamiento. Al respecto, es importante destacar que si se pierde: Un 2% del peso corporal, se producen alteraciones de la capacidad termorreguladora; con un 3%, disminuye el rendimiento; con un porcentaje entre 4%

y 6%, se disminuye la fuerza y contracción muscular por el calor; y con una pérdida de más del 6%, se pueden producir contracturas graves, agotamiento por calor, golpe de calor y llevar al coma; y más del 20%, la muerte. Se ha llegado a determinar en estudios realizados, que la práctica de ejercicio durante períodos largos en climas cálidos provoca que el organismo pierda más de dos litros de fluidos (sudor) por hora, experimentando una pérdida total del 7% al 8% del peso corporal en el desarrollo primordialmente de pruebas de resistencia o aeróbicas. Uno de los problemas con la deshidratación, es que cuando se presenta en las personas la sensación de sed ya existe casi un 2% de pérdidas de líquidos a causa del descenso del líquido extracelular, causada por el aumento de la osmolaridad plasmática con el fin de no variar el volumen plasmático. La osmolaridad plasmática es definida por *Bruno Dallaporta (1994) como la "concentración molar de todas las partículas osmóticamente activas en un litro de plasma"*.

#### **4.2 Efectos de la deshidratación sobre el organismo.**

Luego de definir la deshidratación y sus efectos es importante analizar los principales efectos de la misma en el organismo. La deshidratación va acompañada de una serie de síntomas y señales, tales como: Boca seca, piel seca y enrojecida, dolor de cabeza, fatiga e impedimento físico, aumento de la temperatura corporal, pulso rápido y débil, respiración rápida, mareos, mucha debilidad y respiración dificultosa, espasmos musculares, lengua hinchada y delirio, mala circulación y debilidad de los riñones. Sin embargo, el menos atendido es la sed, que surge, cuando hay una pérdida del 2% de líquido corporal. Se debe señalar que algunas personas poseen atrofiado el sentido de la sed, lo que provoca que se deshidraten sin darse cuenta y sin sentir sed, esta última es una forma de identificar la deshidratación. Una segunda forma de identificarla es por medio del color de la orina, la cual normalmente es cristalina o de un amarillo pálido, sin embargo, cuando la orina es oscura puede ser indicación de que no se está consumiendo el suficiente líquido.

Está claramente demostrado que la deshidratación durante el ejercicio causa alteraciones significativas de las funciones corporales de los sistemas cardiovascular,



termorregulador, metabólico y endocrino. El deterioro de estos sistemas fisiológicos puede a su vez causar el adelanto de la fatiga durante el ejercicio prolongado. Por lo que a continuación se presentan los efectos más sobresalientes de la deshidratación sobre el organismo de una persona, primero diremos que se da un *aumento en la viscosidad de la sangre*: La deshidratación provoca una pérdida de agua en la sangre y posteriormente de todo el cuerpo, originando de esta manera, una concentración anormal de los líquidos corporales. Esto provoca que el volumen de plasma sanguíneo se reduzca, aumente la aglutinación de células rojas y blancas y la sangre se vuelva más espesa.

También se produce un *incremento de la resistencia vascular periférica*: La resistencia periférica es la oposición que se presenta al flujo sanguíneo como resultado de la fricción entre este líquido y los vasos sanguíneos. Esta resistencia es proporcional a la viscosidad de la sangre, es decir, que al producirse la deshidratación, como se mencionó anteriormente, aumenta el espesor de la sangre y por tanto la resistencia vascular periférica.

Además, se produce una *reducción del volumen sistólico y de la presión arterial media* (el volumen sistólico es la cantidad de sangre que se expulsa de cada ventrículo durante la sístole). Para *Tórtora y Anagnostakos (1993)* dicho volumen es de 70 mililitros, pero debido a que la deshidratación provoca una disminución de la cantidad de agua presente en el plasma sanguíneo, dicho volumen disminuye, así mismo los valores de presión arterial se reducen.

A la vez, *disminuye el gasto cardíaco* (el gasto cardíaco es la cantidad de sangre que sale del ventrículo izquierdo hacia la aorta por minuto): Para una persona con 75 latidos por minuto su gasto cardíaco es de 5250 mililitros por minuto. Debido a la reducción del volumen sistólico el gasto cardíaco también disminuye. Además, se *incrementa la frecuencia cardíaca y respiratoria*: Para compensar la disminución del volumen del plasma y la presión sanguínea, se da un incremento tanto de la frecuencia cardíaca como de la respiratoria. Según *Edward Coyle (1994)* por cada

litro de líquido perdido, la frecuencia cardíaca podría aumentar a razón de ocho pulsaciones por minuto.

Otro efecto de la deshidratación sobre el organismo es la *reducción de las funciones de la sangre*: La deshidratación provoca que la sangre no pueda desempeñar gran parte de sus tareas, reduciendo con ello el transporte de oxígeno hacia los músculos y produciendo menor cantidad de energía.

También se produce una *disminución en el transporte de oxígeno al cerebro* provocando que disminuya la capacidad de concentración y coordinación de los individuos afectados por la deshidratación, igualmente una *disminución del flujo sanguíneo a órganos y tejidos periféricos*, lo cual se demuestra al mencionar que por la disminución del volumen sanguíneo y del gasto cardíaco, disminuye la cantidad de sangre que necesitan algunos órganos y tejidos periféricos como la piel.

Igualmente se produce una *disminución en el transporte de calor interno hacia la piel*: Debido a que menos sangre alcanza la piel, la eliminación del calor se dificulta y el cuerpo retiene más calor; aumentando la temperatura central 0,3°C por cada litro de líquido perdido (*Edward Coyle 1994*). Además, se produce una *disminución en la eliminación de desechos*: Debido a que la sangre no puede transportar la cantidad óptima de oxígeno al hígado, las células hepáticas descomponen más despacio los metabolitos, como el ácido láctico.

La deshidratación también provoca una *disminución de la tasa máxima de sudoración*: La reducción del flujo sanguíneo a la piel disminuye la capacidad del organismo de producir sudor, provocando con ello la disminución en la eliminación de calor excesivo.

Respuestas Fisiológicas a la Deshidratación	
Tasa de vaciado gástrico	Disminuye
Incidencia de malestar gastrointestinal	Aumenta
Flujo sanguíneo esplácnico y renal	Disminuye
Volumen plasmático	Disminuye
Osmolaridad plasmática	Aumenta
Viscosidad sanguínea	Aumenta
Volumen sanguíneo central	Disminuye
Presión venosa central	Disminuye
Presión de llenado cardíaco	Disminuye
Frecuencia cardíaca	Aumenta
Volumen sistólico	Disminuye
Volumen minuto	Disminuye
Tasa de sudoración a una determinada temperatura interna	Disminuye
Temperatura interna a la cual aparece el sudor	Aumenta
Tasa máxima de sudoración	Disminuye
Flujo sanguíneo de la piel, a una determinada temperatura interna	Disminuye
Temperatura interna a la cual aumenta el flujo sanguíneo de la piel	Aumenta
Máximo flujo sanguíneo de la piel	Disminuye
Temperatura interna a una determinada intensidad de ejercicio	Aumenta
Utilización de glucógeno muscular	Aumenta
Rendimiento de endurance (carreras simuladas)	Disminuye
Capacidad de endurance (ejercicio hasta el agotamiento)	Disminuye

Tabla 5. Respuestas Fisiológicas a la Deshidratación

Fuente: Deshidratación, Hipertermia y Deportistas, Robert Murray (1996)

La Tabla 5, muestra los efectos fisiológicos que provoca la deshidratación en el organismo de una persona, según *Robert Murray (1996)*. Se observa que el volumen plasmático, el volumen sanguíneo central, la tasa de vaciado gástrico, la presión venosa central, la presión de llenado cardíaco, el volumen sistólico, la tasa máxima de sudoración y el flujo sanguíneo a la piel disminuyen; mientras que la viscosidad sanguínea, el malestar gastrointestinal, la frecuencia cardíaca, la temperatura interna, la osmolaridad plasmática y la utilización del glucógeno muscular aumentan. Estas respuestas fisiológicas del organismo a la deshidratación provocan que el rendimiento de las personas disminuya considerablemente.

Por lo que, la deshidratación puede afectar tanto el rendimiento físico, como la capacidad mental y el estado de salud de los atletas. Aún con bajos niveles de

deshidratación (1-2% del peso) se evidencia disminución de la capacidad aeróbica y de la termorregulación. Siendo así, la deshidratación disminuye la capacidad de rendimiento deportivo porque se reduce el volumen sanguíneo circulante, la presión sanguínea, la producción de sudor y el flujo sanguíneo a la piel, lo cual impide la pérdida eficiente de calor e induce a los deportistas a presentar patologías por calor.

#### **4.3 El sudor y la termorregulación.**

Si un individuo está deshidratado ocurre lo siguiente: Los ejercicios generan calor corporal, y en gran cantidad; el cuerpo se deshace de él esencialmente aumentando el flujo sanguíneo próximo a la piel y a través de la transpiración. La deshidratación compromete a este proceso, ya que disminuye el volumen sanguíneo y la tasa de transpiración, provocando que el corazón trabaje más y aumente el esfuerzo percibido. Consecuentemente, toda la temperatura corporal aumenta y la resistencia disminuye notoriamente. También, es importante indicar que cuando la temperatura del ambiente aumenta, el rendimiento disminuye, es decir, cuando afuera hace calor, el cuerpo absorbe el calor del ambiente. A medida que la temperatura corporal aumenta, más sangre va a la piel para enfriar el cuerpo, provocando que haya menos disponibilidad de sangre oxigenada para los músculos, los pulmones, el corazón y otros órganos.

Las pérdidas de líquido corporal producidas durante el ejercicio deben suplirse, ya que la deshidratación puede disminuir el rendimiento deportivo. Este deterioro se produce por tres mecanismos: reducción de volemia (líquido circulante), menor volumen de eyección cardíaco (el corazón envía menos sangre con cada latido) y aumento de la temperatura corporal. La mayoría de los estudios realizados durante esfuerzos aeróbicos de larga duración, han demostrado que la deshidratación puede afectar en forma importante el rendimiento deportivo, incluso con pérdidas relativamente bajas equivalentes a un 2% del peso corporal se ha producido una reducción de 10% a 40% de este rendimiento. En este nivel de deshidratación la sed está generalmente ausente, por lo que no es un buen signo de alerta para el

deportista. La recomendación es entonces consumir líquido durante la actividad física, antes que aparezca la sed.

Cuando la temperatura del organismo aumenta excesivamente, el rendimiento deportivo disminuye, deterioro que puede ser ocasionado por factores tanto centrales como periféricos. Por ejemplo, la actividad física en el calor aumenta la utilización del glucógeno que se encuentra en los músculos, apresurando potencialmente la fatiga. Para *Robert Murray (1996)* *“el aumento de la temperatura corporal también puede resultar en fatiga prematura, posiblemente debido al efecto de la mayor temperatura sobre el funcionamiento del cerebro. El impacto negativo del incremento en la temperatura interna sobre la función del cerebro y el sistema nervioso, a pesar de no estar bien entendido, puede ocurrir independientemente de los perjuicios en las respuestas periféricas tales como el flujo sanguíneo y metabolismo musculares”*.

Una última causa que provoca la fatiga en la condición hipertérmica severa podría ser consecuencia del stress por calor sobre la función del cerebro. Según *Robert Murray (1996)* *“las funciones del sistema nervioso central y las funciones mentales son susceptibles a las altas temperaturas, como se puede observar por los mareos y comportamientos confusos de los sujetos con stress por calor en eventos deportivos de larga distancia. Podría ser que temperaturas internas mayores a 39°C (102.2 °F) reduzcan el funcionamiento de los centros motores y la capacidad de reclutar las unidades motoras necesarias para la actividad, quizás a través de algún efecto sobre la motivación para la performance física”*. Los estudios realizados con un grupo de sujetos, indicaron las consecuencias en el rendimiento, quienes los hicieron pedalear hasta la fatiga a tres distintas temperaturas. En la primera temperatura que fue la más fría (37° F), los individuos pedalearon alrededor de 95 minutos antes de alcanzar la fatiga. En la segunda, fueron expuestos a una temperatura moderada (68 °F), llegando la fatiga aproximadamente a los 75 minutos y la última con 104 °F, los individuos sólo pudieron mantener el pedaleo durante 33 minutos, provocando altas temperaturas internas y una disminución en la capacidad de rendimiento. Al observar a los sujetos, quienes gozaron de suficiente glucógeno muscular remanente, no se

notaron perturbaciones metabólicas. El origen de la fatiga posiblemente se debió a la inhibición central debido a las elevadas temperaturas del organismo.

De todos los factores que pueden causar fatiga temprana durante el ejercicio, la deshidratación es el más importante, debido a que esta reduce el rendimiento deportivo, afecta las funciones del sistema cardiovascular, las que a su vez, pueden afectar el rendimiento físico y ocasionar graves dificultades en la salud de los individuos. Los deportistas durante la realización de ejercicio físico pueden llegar a perder una gran cantidad de fluidos, y así empezar el proceso de deshidratación en un tiempo muy corto (30 minutos). Para lograr la evaporación de un gramo de sudor debe haber un gasto de 0.6 kilocalorías de calor, mientras que las glándulas sudoríparas pueden llegar a generar hasta 30 gramos de sudor por minuto. Sin embargo, la sed que surge después de un determinado tiempo, es un indicador tardío de las necesidades de líquido, ya que es indispensable perder de 1500 a 2000 mililitros de fluidos para activar este mecanismo.

La fatiga o cansancio acarrea una serie de consecuencias negativas sobre la capacidad cognoscitiva de un individuo; provocando una reducción de diferentes mecanismos que son primordiales para un adecuado rendimiento, tales como: la coordinación, precisión, fuerza, velocidad de reacción, entre otros. En un estudio realizado por *Sawke y Pandof (1993)*, ambos concluyeron que con una hipohidratación pequeña de tan solo 1% o 2% del peso corporal, disminuye el rendimiento en los ejercicios de resistencia; pues la hipohidratación provoca una disminución del volumen plasmático, lo que a su vez reduce la cantidad de latidos del corazón, lo cual; claramente aumenta la frecuencia cardíaca con la finalidad de remediar la disminución del volumen de latidos, sin embargo, este mecanismo resulta inadecuado y provoca un descenso del gasto cardíaco. La fatiga que se produce en un individuo depende bastante del equilibrio hídrico que se conserve durante un entrenamiento o actividad física, sin olvidarse de la capacidad de adaptación y preparación física; ya que ésta, contribuirá a la conservación de un apropiado equilibrio físico y cognitivo, en favor de los componentes esenciales (precisión,

coordinación, fuerza y otros), para un máximo rendimiento deportivo. Sin embargo, la deshidratación tiene más impacto en actividades meramente aeróbicas, por lo tanto; los efectos sobre el rendimiento deportivo de carácter breve o anaeróbico son menos evidentes que en aquellos ejercicios que involucran un esfuerzo físico durante un período de tiempo más largo o prolongado, en las cuales si se observa un descenso del rendimiento provocado por la deshidratación.

También es importante mencionar que dos aspectos que están íntimamente relacionados con la deshidratación lo constituyen el sudor y la termorregulación, de ahí que durante el reposo, la cantidad de agua en el organismo permanece relativamente estable, pero cuando se realiza ejercicio físico en condiciones extremas, los niveles de sudoración pueden llegar a alcanzar los 2 o 3 litros por hora. También es importante mencionar que las personas tienen la capacidad de mantener su temperatura corporal a niveles más o menos constantes ( $\sim 37^{\circ}\text{C}$ ); no obstante, la realización de ejercicio físico y el medio ambiente influyen decisivamente sobre los procesos de la termorregulación. Otro aspecto que es necesario considerar es que el organismo no posee la eficiencia para transformar la energía potencial del oxígeno y los nutrientes en energía mecánica, solamente una cuarta parte de esta energía es convertida en energía mecánica durante la realización de ejercicio físico, por lo que aproximadamente el 75% de la energía utilizada se convierte en calor, siendo así, la temperatura interna del organismo se acrecentaría un grado centígrado cada 5 u 8 minutos si el cuerpo no contará con mecanismos para disipar el calor, siendo así, una inadecuada hidratación durante el ejercicio, afectará la regulación de la temperatura corporal, la función cardiovascular y el metabolismo del músculo.

*Según Lourdes Mayol Soto (2005) "la mayor parte del calor generado por el músculo ejercitado se transmite a la sangre, que circula por el cuerpo y aumenta la temperatura central. El calor que se produce durante el ejercicio es suficiente para aumentar la temperatura en  $1^{\circ}\text{C}$  cada 5-8 min. Sin un medio eficaz para disipar el calor, la temperatura alcanzaría niveles letales después de 15-30 minutos de ejercicio". Sin embargo, el organismo humano posee varios mecanismos físicos a*

través de los cuáles el cuerpo puede eliminar el calor, tales como: la conducción (pérdida de calor por contacto directo con un objeto que está más frío); la convección (transferencia de calor por el movimiento del aire o del agua sobre el cuerpo); la radiación (eliminación de calor mediante radiaciones) y la evaporación (pérdida de calor cuando el mismo es utilizado para convertir el sudor en vapor). En reposo y bajo condiciones ambientales normales, la mayor cantidad de calor se elimina del cuerpo por radiación y convección; por ejemplo: cuando la temperatura ambiente es inferior a la corporal el organismo pierde calor corporal en un 70% por radiación y conducción, un 27% por evaporación del sudor, un 2% por la respiración y el 1% por la micción y defecación. Sin embargo, durante la actividad física en el calor, algunos de estos mecanismos pueden revertirse causando una mayor ganancia de calor. Así, durante la realización de ejercicio físico a una temperatura mayor a los 20°C, la evaporación del sudor es el principal medio físico de regular la temperatura corporal. Para la evaporación de 1 gramo de sudor de la piel se liberan 0.58 kilocalorías de calor (1 litro de sudor evaporado libera 580 kilocalorías) (Robert Murray, 1996). Por lo tanto, la evaporación del sudor es fundamental para el enfriamiento del cuerpo; pero, también puede ocasionar deshidratación cuando los deportistas no recobran apropiadamente las pérdidas de fluidos.

Un atleta bien entrenado puede alcanzar una tasa de sudoración de aproximadamente de 2 a 3 litros por hora, esta pérdida de líquido en el organismo está muy relacionada con la pérdida de peso del atleta durante los entrenamientos y la competición, por lo tanto, si esta deshidratación que se presenta durante la realización de ejercicio físico, se mantiene en el tiempo producirá una reducción del volumen plasmático, y con él de la sudoración, volviéndose cada vez más difícil la regulación de la temperatura. Para Robert Murray (1996) *“durante la realización de ejercicio físico suave en un ambiente fresco y seco, la pérdida por sudoración puede ser tan mínima como 250 mililitros por hora; por el contrario, en un ambiente cálido y húmedo, la cantidad de sudor de un atleta físicamente entrenado y bien aclimatado puede exceder los 2,500 mililitros por hora”*, pues, cuando la humedad es muy alta, el sudor generado por el organismo no se puede evaporar porque no pasa de la piel a



la atmósfera debido a que esta ya está saturada de agua, provocando entonces un círculo vicioso, como el cuerpo no se puede refrigerar al no eliminar y evaporarse el sudor, vuelve a sudar para disipar el calor y así en un ciclo sin fin. Otro ejemplo es el siguiente: Un individuo en reposo tiene aproximadamente una producción calorífica de 75 calorías por hora, cuya producción se acrecienta 20 veces gracias al ejercicio. Por lo tanto, las condiciones de calor extremo y humedad son factores que afectan de forma negativa la actuación y el rendimiento de los deportistas en muchas pruebas deportivas.

Un estudio realizado por Edward Coyle (1994) corroboró esto: Se analizó la influencia de la deshidratación sobre la hipertermia y la desviación cardiovascular durante el ejercicio. En dicho estudio se comprobó que la magnitud del aumento en la temperatura corporal y de la frecuencia cardiaca y la reducción en el volumen latido son graduales proporcionalmente a la cantidad de deshidratación acumulada durante la realización de ejercicio físico. También es importante mencionar que en climas calurosos y húmedos la termorregulación es más difícil, debido a que es impedido el refrescamiento por evaporación por la alta presión del vapor de aire ambiental, provocando un incremento de sudor, mismo que no se puede evaporar con lo que se incrementa la deshidratación y el recalentamiento, esto puede ser una de las causas de la fatiga precoz que ocurre durante la práctica deportiva.

Los seres humanos son capaces de conservar la temperatura de su organismo dentro de determinado rango bajo condiciones normales de reposo. Sin embargo, como se indicó en párrafos anteriores, las condiciones ambientales extremas de su entorno, la fiebre o la práctica de ejercicios intensos influyen de forma negativa en el organismo de tal manera que no es capaz de mantener su temperatura, aún así, el cuerpo de una persona está continuamente intercambiando energía en forma de calor con su entorno a través de cuatro mecanismos: radiación, conducción, convección y evaporación. Este intercambio puede ser controlado por el organismo a través de dos formas: El cuerpo puede alterar la temperatura de su superficie

cambiando el flujo de sangre hacia la piel y controlando la secreción de sudor por las glándulas sudoríparas.

Las grandes cantidades de sudoración que son indispensables para mantener la pérdida de calor durante la realización de actividades físicas, forzosamente ocasionan deshidratación, salvo que se ingieran suficientes cantidades de fluidos para cubrir el sudor perdido. Por lo tanto, la deshidratación en los atletas comúnmente surge por una inadecuada reposición del sudor perdido durante y después del entrenamiento y la competencia. Durante la realización de actividad física, la ingesta de líquidos contribuye a prevenir el aumento adicional de la temperatura corporal. En numerosos casos, la deshidratación se origina durante el desarrollo de ejercicio físico, debido a que los deportistas a veces no consumen suficientes cantidades de fluidos para reponer la pérdida ocasionada por el sudor. El consumo voluntario de líquidos durante la realización de ejercicio físico usualmente se acerca sólo al 50 % de dicha pérdida.

El detrimento de la función termorreguladora que sigue a la deshidratación acrecienta el riesgo de problemas que se relacionan con la salud. La patología menos severa es el síncope por calor, que está relacionado, posiblemente, con una vasodilatación cutánea aguda y una disminución concomitante en la presión venosa central. A pesar de que los síntomas de la enfermedad por calor pueden variar ampliamente entre los individuos, el «*agotamiento*» por calor debido a la deshidratación, a menudo, se evidencia por irritabilidad, fatiga súbita, náuseas y dolor de cabeza. El color de la piel, frecuentemente, es pálido con la sudoración normal a profusa (*Monge Bonilla y Caballero Benavides, 2004*).

Al realizar ejercicio físico, el trabajo muscular crea calor y aumenta la temperatura del organismo. Estos cambios son controlados por el Sistema Nervioso Central y cuando la temperatura corporal llega a cierto límite, las vías nerviosas estimulan parte de las glándulas sudoríparas de la piel para que emprendan la evaporación de sudor, con la finalidad de restablecer o disminuir la temperatura normal del organismo.

Simultáneamente, aumenta el flujo de sangre a la piel, mismo que debe ser transferido al medio ambiente a través de la evaporación y la radiación. Sin embargo, como estos mecanismos disminuyen la cantidad de líquidos corporales, también se reduce el volumen de sangre total. Tratando el organismo de mantener el volumen sanguíneo y la función cardiovascular, disminuyen entonces el flujo de sangre a la piel y la sudoración produciendo un incremento de la temperatura corporal como respuesta a la falla de estos mecanismos de eliminación de calor. El calor y la humedad, disminuyen la capacidad de eliminación de calor a través de la radiación, la convección y la evaporación, provocando que la temperatura del organismo se incremente rápidamente. El calor produce agotamiento, lo que determina la incapacidad para continuar activo; evento al cual se le pueden sumar otros síntomas, tales como: calambres y fatiga extrema. El estrés por calor ambiental es resultado de la combinación de la temperatura del aire, la velocidad del viento, la humedad relativa y la radiación solar.

#### **4.4 Grados y tipos de deshidratación.**

Según el grado de deshidratación, la misma se clasifica en leve, moderada y severa, esta determinación del grado de deshidratación se basa principalmente en la estimación del porcentaje de disminución del peso corporal debido a la pérdida de agua (*María González Moreno, 2007*). En la deshidratación leve existe un déficit del 5% del peso corporal; entre sus signos clínicos, que se caracterizan por la pérdida de líquido intersticial se tienen: la escasa temperatura cutánea, fontanelas hundidas, ojos hundidos, sequedad de mucosas. Estos cambios no indican un compromiso hemodinámico importante; sin embargo, cuando existen pérdidas continuas significativas con incapacidad para ingerir el líquido adecuado por vía oral, estos signos revelan un déficit progresivo y es necesaria la fluidoterapia. La deshidratación moderada se caracteriza por un déficit del 5% al 10% del peso corporal, así mismo existen signos clínicos de déficit intersticial más signos clínicos de déficit de líquido intravascular. Los síntomas de deshidratación moderada son: Sed y cara enrojecida, piel seca y caliente, poco volumen de orina de color amarillo oscuro, mareos o vahídos que se agravan al pararse, debilidad y calambres en los brazos y en los pies,

falta de lágrimas o pocas lágrimas, dolor de cabeza y letargia, boca y lengua seca, con saliva espesa, taquicardia y presión arterial baja. Por último, en la deshidratación severa existe un déficit del 10% al 15% del peso corporal, en este tipo están presentes los signos de depleción de los espacios intersticial e intravascular, además de los siguientes signos: Baja presión sanguínea, desmayos, contracturas musculares severas en los brazos, piernas, estómago y espalda, convulsiones, estómago hinchado, ojos hundidos con pocas lágrimas o sin lágrimas, falta de elasticidad en la piel, respiración rápida y profunda, palidez, pulso rápido y débil, hipotensión y oliguria, que indican colapso intravascular y shock.

Independientemente del grado de deshidratación, el organismo intenta mantener la homeostasis de líquidos y electrolitos, sin embargo, las condiciones físicas, conductuales y ambientales pueden provocar que se excedan los límites de los mecanismos homeostáticos, lo que provoca desequilibrios de líquidos y electrolitos. Los desequilibrios de agua, la deshidratación y la toxicidad por agua se definen sobre la base de la cantidad de sales y agua perdidas o ganadas. Por lo tanto, para poder calcular la pérdida de líquidos se deben tomar en cuenta ciertos factores como la temperatura ambiental (a mayor temperatura aumentan las pérdidas por sudor), la intensidad del ejercicio (a mayor intensidad, mayores serán las pérdidas por sudor), el tamaño corporal (en los individuos grandes se dan mayores pérdidas por sudor, los hombres habitualmente sudan más que las mujeres), duración del ejercicio (a más tiempo de ejercicio, mayores serán las pérdidas por sudor) y el entrenamiento (los deportistas bien entrenados sudan más, principian a sudar a temperaturas corporales más bajas, enfrían su cuerpo en forma más eficiente que las personas sin entrenamiento).

Es importante indicar que cuando se produce el sudor no solo se elimina agua sino que también minerales, básicamente cloro, sodio, potasio y magnesio, lo que puede afectar el metabolismo. Lo anterior se observa por ejemplo cuando se pierde un litro de sudor, que contiene 1.5 gramos de sodio, provocando cansancio, calambres e insomnio, mientras que si se pierde potasio, se perturba la excitabilidad y

conductividad muscular. También se pueden llegar a perder vitaminas hidrosolubles, tales como la B1 (hasta 20 miligramos por día) y la C (0.1-0.3 miligramos por día). Por lo que, la deshidratación también se clasifica, según *Ann C. Grandjean y Sheila M. Campbell (2006)*, en isotónica (se pierde la misma cantidad de electrolitos y agua), hipertónica (se pierde más agua que electrolitos del medio extracelular) e hipotónica (se pierden más electrolitos que agua), mismas que dependen de la cantidad de sales perdidas, especialmente de sodio, en relación con la pérdida de agua. Según *Tórtora y Anagnostakos (1993)*, en la hidratación isotónica o normonatémica las pérdidas netas de electrólitos, especialmente sodio, y agua son iguales; la cantidad de sodio sérico oscila entre 130 y 150 miliequivalentes por litro y la osmolaridad plasmática está entre 270 y 310 mOsm/kg; es el tipo más habitual de deshidratación. En la deshidratación hipotónica o hiponatémica se da una mayor pérdida de electrolitos que de agua; las cifras de natremia son inferiores a 130 miliequivalentes por litro y la osmolaridad plasmática es inferior a 270 mOsm/kg. En la deshidratación hipertónica o hipernatémica se da una mayor pérdida de agua que de electrolitos; las cifras de natremia son superiores a 150 miliequivalentes por litro y la osmolaridad superior a 310 mOsm/kg.

Signos	Isotónica	Hipotónica	Hipertónica
<b>Pulso</b>	Rápido	Muy Rápido	Menos Rápido
<b>Temperatura</b>	Frialdad	Frialdad	Variable
<b>Coloración</b>	Pálida-Séptica	Pálida-Séptica	Pálida-Séptica
<b>TA</b>	Baja	Muy Baja	Menos Baja
<b>Diuresis</b>	Variable	Reducida	Muy Reducida
<b>Pliegue</b>	Positivo	Muy Positivo	Vaselina
<b>Sensación al Tacto</b>	Seca	Húmeda	Empastada
<b>Mucosas</b>	Secas	Viscosas	Ásperas
<b>Fontanela</b>	Deprimida	Deprimida	Deprimida
<b>Glob. Ocul.</b>	Deprimidos	Muy Deprimidos	Deprimidos
<b>Sensorio</b>	Letargia	Letargia/Coma	Irritabilidad
<b>Convulsiones</b>	Raras	Posibles	Frecuentes

Tabla 6. Características Clínicas Diferenciales de los Tipos de Deshidratación

Fuente: Deshidratación Pediátrica, Ana Grande y María José Fernández (2007)

La Tabla 6 muestra los signos que se presentan en un individuo con deshidratación isotónica, hipotónica e hipertónica, según *Ana Grande y María José Fernández (2007)*. Se puede observar que algunos de los signos de la deshidratación isotónica

son: Pulso rápido, frialdad corporal, piel pálida, cantidad de orina variable, mucosas secas, globos oculares deprimidos y presión arterial baja. En cuanto a la deshidratación hipotónica la misma presenta los siguientes signos: Pulso muy rápido, frialdad corporal, piel pálida, cantidad de orina reducida, mucosas viscosas, globos oculares muy deprimidos y presión arterial muy baja. Mientras que los signos de la deshidratación hipertónica son: Pulso menos rápido, frialdad corporal, piel pálida, cantidad de orina muy reducida, mucosas ásperas, globos oculares deprimidos y presión arterial menos baja.

Por otro lado, si se piensa en una pérdida fija de agua corporal total, las alteraciones en la composición del organismo ocurren tanto en el volumen intracelular como en el volumen extracelular. En la deshidratación isotónica, el volumen intracelular se mantiene, mientras que el volumen extracelular se reduce. En la deshidratación hipertónica tanto el volumen extracelular como intracelular disminuyen y la pérdida del volumen intracelular depende de la magnitud de la hipertonicidad. Por último, en la deshidratación hipotónica, el volumen extracelular desciende significativamente, mientras el volumen intracelular aumenta.

<b>Clasificación de la Deshidratación</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Alteración</b>	<b>Etiología</b>
Deshidratación Isotónica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida isotónica de agua y sal de LEC</li> <li>• No causa cambio de agua osmótica de LIC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ascitis</li> <li>• Terapia diurética</li> <li>• Pérdida de líquido gastrointestinal</li> <li>• Aspiración de efusión pleural</li> <li>• Inadecuada ingestión de líquido y sales</li> </ul>
Deshidratación Hipertónica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pérdida de agua excede la pérdida de sal</li> <li>• Cambio osmótico de agua de células en LEC (plasma e intersticial)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vómito</li> <li>• Pérdidas por sudor</li> <li>• Diuresis osmótica</li> <li>• Diarrea osmótica</li> <li>• Inadecuada ingestión de agua</li> </ul>
Deshidratación Hipotónica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pierde más sal que agua</li> <li>• Cambio osmótico de agua de LEC (plasma e intersticial a células)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdida por sudor</li> <li>• Pérdidas de líquido gastrointestinal</li> <li>• Diuréticos de tiazida, especialmente en adultos mayores</li> <li>• Reemplazo de agua sin suplir de manera adecuada el sodio y el potasio</li> </ul>

Tabla 7. Clasificación de la Deshidratación

Fuente: Hidratación: Líquidos para la Vida, Ann C. Grandjean y Sheila M. Campbell (2006)

La Tabla 7 indica la clasificación de la deshidratación según *Grandjean y Campbell (2006)*, así como las alteraciones que se presentan en cada una de ellas. Se observa que en la deshidratación isotónica se da una pérdida de agua y sal del líquido extracelular (LEC), mientras que en la hipertónica la pérdida de agua excede la pérdida de sal y se da un cambio osmótico de agua en el líquido extracelular; y en la deshidratación hipotónica se pierde más sal que agua y también se da un cambio osmótico de agua de líquido extracelular.

Analizando los aspectos más sobresalientes sobre la deshidratación en el deporte, se puede observar que constituye uno de los muchos aspectos que pueden afectar grandemente la homeostasis del organismo, ya que la misma provoca una serie de alteraciones fisiológicas que dan como resultado un funcionamiento no adecuado de los tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, dentro de estas alteraciones las más importantes son: Aumento de la frecuencia cardíaca, aumento de la viscosidad de la sangre, aumento de la temperatura corporal, disminución del gasto cardíaco, disminución de la tasa de sudoración, disminución del flujo sanguíneo a la piel y aumento de la utilización del glucógeno muscular, provocando con ello que el rendimiento deportivo disminuya considerablemente. Dicha deshidratación puede ser provocada por varios elementos como el ejercicio físico, el clima, la cantidad de agua ingerida diariamente y otros, pero que básicamente se da por pérdida de electrólitos o pérdida directamente de este líquido (*Robert Murray, 1996*).

Un aspecto muy significativo a considerar cuando se habla de deshidratación, lo constituye la pérdida de la capacidad del organismo para regular la temperatura corporal, la función cardiovascular y el metabolismo del músculo, por lo que, una adecuada hidratación antes, durante y después de la práctica deportiva ayuda a contrarrestar esta incapacidad. Sin embargo, cuando aparece la deshidratación se da una disminución del peso corporal del individuo y con el paso del tiempo la misma puede pasar de un grado leve o moderado hasta uno severo, así mismo dependiendo de la cantidad de electrólitos y agua la misma puede ser isotónica, hipotónica o hipertónica.

# Capítulo V

## La Importancia de la Hidratación en el Deporte



## **CAPÍTULO V**

### **LA IMPORTANCIA DE LA HIDRATACION EN EL DEPORTE**

Cuantas veces tenemos en cuenta muchos factores higiénicos saludables de nuestra vida y sin embargo nos olvidamos de uno de los más importantes: la hidratación, y nos referimos a esta no solo como hábito importantísimo en el ámbito deportivo, sino como función fundamental en la vida ordinaria. Existe en general, y en nuestro país en particular, una cultura en contra del agua, pues suelen oírse frases tales como: *“yo nunca bebo agua”* o estas otras: *“apenas bebo durante todo el día”* o *“puedo estar todo el día con un vaso de agua”*. Este tipo de afirmaciones esconden un desconocimiento básico de los mecanismos fundamentales y fisiológicos del cuerpo humano. No está de más por otra parte ingerir cualquier otro tipo de bebida con moderación, pero la parte fundamental de la ingesta líquida debería ser agua, o agua con ciertos añadidos que nos faciliten su asimilación. Otro factor importante a tener en cuenta, es que cuando estamos por debajo del umbral de una hidratación correcta, al haber sudado más de la cuenta y no reponer esta pérdida de agua como corresponde, el cuerpo tiende a estar más cansado, al igual que al terminar una carrera y después de una pérdida de líquido, el organismo termina recalentado y extenuado.

#### **5.1 Hidratación y deporte.**

Una de las prácticas nutricionales más importantes para proteger la salud, el bienestar y mejorar la actividad física, es el consumo adecuado de agua. Esto se debe a que el estado de hidratación tiene una relación directa sobre la función fisiológica del cuerpo humano y el rendimiento deportivo de los atletas. Los requerimientos de líquidos en un adulto saludable no deportista son de alrededor de 2 a 2.5 litros al día, que corresponde a las pérdidas por sudor, respiración, heces y orina. Sin embargo, un deportista puede perder 0.5 a 1 litros por hora en un clima favorable, hasta 1.5 a más de 3 litros por hora en condiciones extremas; así, los requerimientos del deportista serán mayores de 3 litros al día. Como puede verse, un sistema de entreno correctamente planificado puede dar malos resultados si las

intensidades del entrenamiento no se pueden alcanzar por deshidratación. Para entrenar al máximo de nuestras posibilidades y obtener los mejores resultados es muy importante recuperar los líquidos que se han perdido durante el ejercicio y seguir con la rehidratación después para mejorar la recuperación.

La mejor manera de combatir la deshidratación que se produce durante la competición o el entrenamiento consiste en ingerir líquidos antes, durante y después de la misma. Para decidir qué tipo, cantidad y frecuencia de estos líquidos es la más idónea habrá que tener en cuenta la intensidad y duración de la tarea, la temperatura ambiente y humedad y las características fisiológicas y bioquímicas del atleta. El agua es la única bebida imprescindible, y la que mejor calma la sed. Sin embargo, cuando se suda mucho o se pierden líquidos en grandes cantidades no es suficiente con beber agua, ya que las sustancias que contiene son menos que las que tiene el sudor y otros fluidos corporales. Por tanto, es preciso tomar además otras bebidas o alimentos que repongan las sales minerales perdidas. Las bebidas isotónicas son una opción, porque su composición está pensada para reponer fácilmente las sales minerales perdidas. Los deportistas, que transpiran abundantemente durante el ejercicio físico, son los que más a menudo las utilizan, ya que además de agua, contienen cantidades variables de sal, potasio, pequeñas cantidades de magnesio, calcio y glúcidos simples y complejos. El rendimiento deportivo en relación con la nutrición, se basa en dos pilares fundamentales: alimentación e hidratación, siendo ambos parte de lo mismo: provisión de nutrientes. Dentro de estos nutrientes, encontramos a un grupo denominado macronutrientes, de los cuales necesitamos una gran cantidad por día para vivir saludables, tales como los hidratos de carbono, las proteínas, las grasas y el agua. El otro grupo, al que llamamos micronutrientes, agrupa a las vitaminas y los minerales; que necesitamos en menor cantidad para vivir con salud.

Actualmente existe una gran cantidad de personas de diferentes edades y sexos que se dedican a practicar de forma regular algún tipo de actividad física, recreativa o deportiva; incluso en algunos lugares, muchas de estas actividades se realizan

durante el verano, cuando la temperatura ambiental puede llegar a niveles bastante elevados. En un ambiente muy caluroso, las personas incurren en niveles de deshidratación bastante elevados, provocados por las grandes pérdidas de líquido a través de la sudoración. Comúnmente se observan tasas de sudoración durante el ejercicio en calor que superan el litro y medio por hora; la deshidratación que resulta de todo esto causa, a su vez, una serie de alteraciones fisiológicas que pueden llegar a provocar la fatiga por calor, un golpe de calor o incluso la muerte si no se toman las precauciones necesarias al respecto. Por el contrario, diversas investigaciones han mostrado a lo largo de los últimos años los efectos beneficiosos de una buena hidratación para el organismo de las personas, sin embargo no han mencionado la importancia que tiene durante la realización de ejercicio físico, pues lo que una persona y especialmente un deportista, beben pueden afectar: Su salud, su peso y su composición corporal; su disponibilidad de substratos en el momento de desarrollar sus actividades rutinarias y durante el ejercicio; su tiempo de recuperación después del mismo; y principalmente la realización del propio ejercicio.

## **5.2 Funciones específicas del agua durante el ejercicio.**

Al hablar de hidratación inmediatamente se piensa en agua, por lo tanto, vale la pena recalcar sobre las funciones específicas de este líquido durante el ejercicio, entre las cuales tenemos: Transporte de gases, transporte de nutrientes, eliminación de desechos, regulación del metabolismo, mantenimiento del PH, disipación del calor, transporte de otras sustancias y mantenimiento del volumen plasmático (el volumen de plasma sanguíneo es determinante para la tensión arterial y por ende para la función cardiovascular). Además, el agua es indispensable para el organismo, participando en diferentes procesos en el organismo, uno de los más importantes es su papel en la regulación de la presión sanguínea y mantener un flujo sanguíneo adecuado para un funcionamiento óptimo del corazón, también ayuda a mantener la motilidad gástrica ayudando a que los nutrientes de los alimentos se diluyan más y por consiguiente se absorban mejor.

El agua constituye un excelente medio de transporte de gases, fundamentalmente de oxígeno, el cual es indispensable para el metabolismo energético y de anhídrido carbónico, que resulta del catabolismo celular y de la amortiguación del equilibrio ácido-base. Este transporte es posible gracias a las peculiaridades en la composición sanguínea, de forma disuelta (3% de oxígeno, 6% de anhídrido carbónico) o en el interior de los eritrocitos, bien en combinación química con proteínas como la hemoglobina o bien mediante compuestos carbónicos. Pero el agua también colabora en el transporte y aporte de sustancias nutritivas, energéticas y plásticas, absorbidas desde el tubo digestivo mediante las funciones anabólicas o catabólicas (glucosa, ácidos grasos, aminoácidos, etc.) que constituyen el metabolismo energético y cuya regulación es hormonal; esencialmente van a ser transportadas unidas a proteínas plasmáticas, de las cuales el 60% son albúmina y el 40% son globulinas. Además de trasladar los gases y las sustancias nutritivas, energéticas y plasmáticas, colabora en el transporte de productos de desecho, principalmente del metabolismo energético, como ácido láctico (procedente de la glucólisis anaerobia que, en sujetos entrenados, se produce en menor cuantía durante ejercicios submáximos, mientras que en ejercicios máximos aumenta, pudiendo producir una disminución del pH sanguíneo), creatinina, ion amonio, bilirrubina y otros. El agua también transporta mediante el plasma de la sangre hasta sus objetivos, las hormonas que regulan el metabolismo y la actividad muscular durante el ejercicio. Además, transporta hormonas, enzimas, vitaminas y oligoelementos como el hierro (de gran importancia en la anemia del deporte). Por otro lado, los fluidos corporales contienen agentes amortiguadores como los Buffer para el mantenimiento de un PH adecuado cuando se está formando lactato.

En cuanto a la función termorreguladora del agua, durante la realización de ejercicio físico, la contracción muscular genera calor, sin embargo, a pesar de la eficiencia del cuerpo humano, solo un bajo porcentaje del gasto energético de la actividad física corresponde al rendimiento mecánico del músculo y cerca del 75% de la energía total se disipa como calor. Para conservar la temperatura del cuerpo humano dentro de rangos fisiológicos, el organismo utiliza diversos mecanismos de termorregulación. El

más eficiente de estos es la sudoración y más específicamente, la evaporación del sudor (1 litro de sudor, transfiere un poco más de 500 kilocalorías al evaporarse).

Antes de continuar hablando sobre hidratación es importante brindar una definición sobre esta palabra y relacionarla directamente con el deporte, es así como *Mayol Soto (2005)* la entiende como “*un adecuado consumo de líquidos antes, durante y después del ejercicio*”, es decir la ingesta de una cantidad adecuada de agua o alguna bebida hidratante, que nos permita crear una base de líquidos antes del ejercicio, igualmente conservar el equilibrio hídrico de nuestro organismo durante la realización de este y recuperarlo posteriormente si el mismo fue perdido. No hay duda que la hidratación previa, durante y post ejercicio o competencia juega un papel fundamental en el mantenimiento de los niveles apropiados de líquido corporal y por lo tanto, de las funciones normales del organismo y de rendimiento deportivo.

### **5.3 Hidratación antes, durante y después del ejercicio.**

Teniendo en cuenta todas las funciones que el agua realiza para mantener al organismo en óptimas condiciones, se recomienda ingerir suficiente líquido antes, durante y después de la práctica de ejercicio físico para mantener los niveles de agua en términos normales. Por lo tanto, se sugiere beber líquidos en abundancia durante las 24 horas previas a algún evento, en especial, durante la comida anterior a la práctica de ejercicios, a fin de lograr la hidratación adecuada del organismo. Será indispensable el consumo de entre 600 centímetros cúbicos a 1 litro de líquidos como mínimo dos horas antes de iniciar el ejercicio para comenzar la actividad debidamente hidratado, lo que permite obtener un menor aumento de la temperatura central corporal en el atleta. El lapso de dos horas es necesario para brindarle tiempo a los mecanismos renales para eliminar el exceso de agua ingerida e incluso hacerlo una hora antes del ejercicio tiene el mismo efecto en cuanto al menor aumento de la temperatura corporal, sin embargo, según la cantidad de líquido que se ingiera en algunos casos se pueden sentir molestias durante la actividad (sensación de “*vejiga llena*”), porque no hubo tiempo suficiente para una óptima excreción del excedente de líquido. Por lo tanto, si la hidratación se va a realizar una hora antes es

conveniente no tomar más de 500cc o guiarse por la tolerancia individual de cada persona. Por lo general se sugiere la ingesta de 400 a 600 mililitros (14 a 20 onzas) de líquido alrededor de dos horas antes de realizar ejercicios para mantenerse hidratado y poder excretar el exceso de agua con tiempo. Además, se puede ingerir líquido media hora antes de la actividad, alrededor de 300 a 500 mililitros, a pequeños sorbos, así como añadir hidratos de carbono según intensidad, hasta 50g en ejercicios largos o intensos y si la actividad dura más de una hora, será preciso hidratarse durante el ejercicio.

En cuanto a la ingesta de líquidos durante el ejercicio, mencionaremos que la misma está relacionada con beneficios significativos en las respuestas del sistema cardiovascular y termorregulador, tales como: Disminución de la deshidratación, reducción en los incrementos de la temperatura del cuerpo y el estrés cardiovascular. En diferentes investigaciones se ha demostrado que la reposición de líquidos durante el ejercicio de larga duración mitiga o impide el aumento de la frecuencia cardiaca y de la temperatura del organismo, así como el derrumbe del volumen sistólico y del gasto cardiaco, que se presentan cuando no se ingieren líquidos durante el ejercicio. Por lo tanto, durante la realización del ejercicio, actividad física o deporte, se recomienda beber líquidos a intervalos regulares, por lo general, cada 15 a 20 minutos, según su tasa de transpiración, para suplir toda el agua que se elimina a través del sudor. Si se hace ejercicio de manera extenuante por más de una hora, se deben beber líquidos que posean de 4% a 8% de carbohidratos y aproximadamente 0.5 a 0.7 gramos de sodio por litro de agua, lo que ayuda a retrasar la fatiga y a sustituir lo que se pierde a través del sudor, siendo así, las bebidas deportivas se elaboran de acuerdo a estas recomendaciones.

En un estudio realizado por *Montain y Coyle* para determinar el efecto fisiológico de distintas tasas de reposición de líquidos durante la realización de ejercicio físico en el calor, se observó que el peso corporal disminuyó un 4, 3, 2 y 1% respectivamente, también se determinó que cada litro de sudor causó un aumento de la frecuencia cardiaca de 8 latidos por minuto, una disminución del gasto cardiaco de 1 l/min y un

incremento de la temperatura corporal de 0.3°C. En el laboratorio de la Universidad de Texas en Austin, se observó que la ingestión de un volumen elevado de líquido (1,300 ml) comparado con uno pequeño (200 ml) durante los primeros 35 minutos de ejercicio redujo la frecuencia cardiaca (4 latidos/min) y la temperatura corporal (0.33°) a los 50 minutos de ejercicio de alta intensidad, en un cicloergómetro (80%  $\dot{V}O_2\text{max}$ ) y en el calor (31°C, 54% humedad relativa y 3.5 m/s de velocidad del aire). Asimismo, el rendimiento, que se midió como el tiempo necesario para completar una carga determinada de trabajo, y así intentar simular la última parte de una competición, mejoró un 6% con la ingestión de un volumen elevado de líquido comparado con el volumen pequeño. También, los resultados de un estudio previo demostraron que la reposición del 80% de las pérdidas de líquido a través del sudor solo causaba un incremento pequeño de la temperatura corporal y de la frecuencia cardiaca, así como una disminución pequeña del volumen sistólico durante 2 horas de ejercicio moderado en el calor.

En cuanto a la hidratación después de la práctica de ejercicio físico, se debe mencionar que es importante consumir una mayor cantidad de fluidos que el déficit del peso corporal luego de la actividad para poder suplir las pérdidas urinarias obligatorias. Por eso se recomienda pesarse antes y después de la actividad para saber exactamente cuánto reponer, luego se debería beber al menos 480 mililitros (16 onzas) por cada medio kilo de peso perdido. Existen datos que indican que se pueda necesitar una ingesta de 150% o más del peso perdido para obtener una buena hidratación en las seis horas siguientes al ejercicio. Además, se recomienda que los líquidos estén más fríos que la temperatura ambiente (entre 15° y 22°C). En un estudio, la temperatura más agradable del agua durante la recuperación del ejercicio fue de 5°C, aunque cuando se ingirió agua en grandes cantidades, se prefirieron las temperaturas entre 15° y 21°C, en otras palabras es conveniente que los líquidos estén "*frescos*" y no "*helados*".

Analizando las funciones específicas del agua durante la práctica deportiva se puede observar que las mismas son de trascendental importancia ya que son

fundamentales para el buen funcionamiento de los tejidos, órganos y sistemas del cuerpo humano, además, los aspectos relacionados con la hidratación de los deportistas antes, durante y después de la práctica deportiva que se mencionaron, constituyen una guía para todas aquellas personas que realizan ejercicio físico, ya que se proporcionan consejos para saber la cantidad de agua a consumir previo a iniciar la actividad física, al momento de realizarla y posterior a la misma.



# Capítulo VI

## Bebidas Hidratantes

## **CAPÍTULO VI**

### **BEBIDAS HIDRATANTES**

Cuando se piensa en hidratación deportiva se considera que con el hecho de beber agua lo logramos, realmente no es así, actualmente por lo general ingerimos agua purificada la cual está libre de impurezas, pero también de sales y nutrientes los cuales son esenciales para un óptimo funcionamiento metabólico. Por otro lado, cuando las pérdidas de agua son excesivas pueden aparecer problemas por la pérdida de los nutrientes contenidos en el sudor, siendo este el caso de las personas que realizan una actividad física prolongada. Para que estos problemas no surjan, para que no disminuya el rendimiento y se mantenga una temperatura adecuada, además de otros aspectos corporales, será necesaria la ingesta de líquidos que reemplacen las sales y nutrientes perdidos. Esto se logra al consumir una bebida hidratante, la cual es una mezcla de carbohidratos y sales minerales, que logran reponer los líquidos perdidos, logrando un equilibrio osmótico para que puedan ser absorbidos fácilmente por la sangre y así el deportista logre un mayor rendimiento físico.

#### **6.1 Bebidas hidratantes.**

¿Cómo surgen las bebidas hidratantes en el mundo? Un grupo de investigadores de la Universidad de Florida, encabezado por el *Doctor Robert Cade*, a principios de los años sesenta, empezó a desarrollar una bebida hidratante que fuera capaz de reponer rápidamente los líquidos del organismo y ayudará a evitar una gran deshidratación de las personas, causada principalmente por el calor y el esfuerzo físico. Los investigadores iniciaron a hacer pruebas en 1965, con una fórmula especial, para ello tomaron a algunos miembros del equipo de fútbol americano de la Universidad de Florida, "*Los Gators*", quienes sufrían fuertes pérdidas de líquidos en los entrenamientos y partidos. La bebida de prueba que bebieron los jugadores se llegó a conocer como "*Gatorade*" debido al nombre del equipo "*Gator*" y al creador de la bebida, es así como comienza la historia de las bebidas hidratantes en el mundo.

Durante el entrenamiento y la competencia existen muchas ocasiones cuando resulta muy difícil y a veces imposible, el consumo de alimentos, por lo cual es importante que los atletas dispongan de líquidos que posean cloruro de sodio y otros electrolitos, fundamentales para el buen funcionamiento del organismo, pero el ejercicio también requiere de combustible o energía. Durante el desarrollo de las actividades físicas el organismo utiliza carbohidratos que producen energía para que los músculos lleven a cabo sus funciones, sin embargo, la cantidad de carbohidratos que puedan ingerirse puede afectar el funcionamiento del organismo. El consumo de una gran cantidad de carbohidratos durante el ejercicio, puede reducir la absorción de líquidos en la sangre y por el contrario, muy poca cantidad de carbohidratos, no permite que los músculos funcionen normalmente; el resultado en ambos casos, es que el atleta puede cansarse rápidamente y su eficiencia disminuye, por lo tanto, el consumo de un adecuado líquido es fundamental para un buen rendimiento y una buena hidratación.

Como se ha venido mencionando, la ingestión exclusivamente de agua no es efectiva para producir una hidratación adecuada, ya que la absorción en exceso de este líquido disminuye la osmolaridad plasmática, eliminando la sed y aumentando la producción de orina, por el contrario, cuando se aporta sodio ya sea por bebidas hidratantes o por los alimentos, se mantiene el estímulo osmótico de la sed y se reduce la producción de orina. Las bebidas hidratantes o isotónicas precisamente están elaboradas para proporcionar energía y restaurar las pérdidas de agua y sales minerales después de esfuerzos físicos de más de una hora de duración, para conservar el equilibrio metabólico abasteciendo fuentes de energía y rápida absorción. El denominarlas isotónicas se debe al hecho de que contienen la misma osmolaridad que los líquidos del organismo, lo que significa que poseen aproximadamente el mismo número de partículas (azúcares y electrolitos) por 100 mililitros, debido a eso son absorbidas igual o más rápido que el agua. Según *Nieves Palacios (2007)* una gran mayoría de bebidas isotónicas que se comercializan en el medio contienen entre 4 y 8 gramos de azúcar por 100 mililitros, su consumo está recomendado para antes, durante y después de la práctica de actividades físicas con una duración superior a los 60 minutos y se aconseja beberlas a una temperatura

entre 8° y 13°C, cada 10 o 15 minutos para reponer la pérdida de líquidos y energía rápidamente. El fin fundamental de estas bebidas es aprovechar la bomba glucosa-sodio, empleados en la hidratación oral, de ahí su característico sabor discretamente salado o dulce. Las bebidas que se comercializan en el medio están elaboradas de tal forma que sirvan para una gran variedad de deportes, no adaptándose específicamente a sujetos determinados, pues a los deportistas lo que les interesa es que al ingerir este tipo de bebidas puedan reponer la energía y minerales además del agua perdida.

Las bebidas hidratantes están compuestas por una mezcla de carbohidratos y sales minerales con un balance adecuado. En teoría, las bebidas isotónicas brindan el equilibrio ideal entre rehidratación y reabastecimiento, debido a que las mismas son una mezcla de agua, hidratos de carbono solubles y sales minerales. El aporte de agua de estas bebidas ayuda a contrarrestar satisfactoriamente las pérdidas de la misma ocasionadas por el sudor. Siendo así, los hidratos de carbono que se agregan a las bebidas hidratantes como fuente energética, son los que brindan la energía indispensable para el ejercicio, disminuyendo de esta forma la degradación de las reservas de glucógeno muscular y ayudando a mantener en equilibrio los niveles de glucosa en la sangre, al mismo tiempo que aligeran la asimilación de agua.

La efectividad de una bebida isotónica depende del tipo de hidratos de carbono que lleva en su composición y de la concentración de los mismos, siendo así, se recomienda tener dos clases de carbohidratos, una inmediata (para recuperar la energía inmediatamente perdida, puede ser la glucosa o la fructosa) y una fuente de reserva acumulado (sacarosa o maltodextrina). Con las bebidas que poseen glucosa, sacarosa o combinaciones de glucosa se obtienen los mejores resultados en cuanto a la hidratación; la fructosa o la galactosa son menos eficaces, porque brindan menor cantidad de energía al compararlas con la misma cantidad de glucosa, pero, si se combinan la glucosa y la fructosa se tienen muy buenos efectos fisiológicos. Los carbohidratos complejos (almidón) requieren de la digestión y son absorbidos más lentamente por lo que no son recomendados en ejercicios de alta intensidad.

Según *Guzmán R., Barreneche O. y Martínez (2009)* la proporción de hidratos de carbono en las bebidas hidratantes debe ser la adecuada, entre un 5% y un 10%, siendo habitualmente una mezcla de glucosa y fructosa. Si posee menos del 5% de azúcar, la bebida hidratante tendrá poco valor clórico y si se encuentra por encima del 10%, se asimilará de forma mucho más lenta, teniendo nuestro organismo que digerirla como si se tratara de un alimento. *Abel Murgio (2005)* estima que la concentración óptima de carbohidratos en la bebida para conseguir un buen equilibrio entre la cantidad de agua de rehidratación y la cantidad de energía absorbida es aproximadamente entre 40 y 80 gramos de sustancia por litro, es decir, del 4% al 8%. Se recomienda tomar 60 gramos de carbohidratos por hora de ejercicio, combinando el consumo de líquidos. Por otro lado, los jugos y bebidas regulares poseen un gran contenido de carbohidratos lo que disminuye la absorción de los líquidos en la sangre.

Para mejorar su sabor las bebidas hidratantes poseen principalmente sodio, cloro y potasio, el primero de ellos contribuye a la retención de agua impidiendo de que esta sea eliminada por la orina. Entre las principales sales utilizadas en estas bebidas tenemos: cloruro de sodio, fosfato monopotásico, fosfato dipotásico, cloruro de magnesio, cloruro de calcio, citrato trisódico (regulador de acidez), citrato tricalcico, benzoato de sodio y sulfato de potasio. También muchas bebidas incluyen vitaminas en sus fórmulas que únicamente sirven como reclamo comercial, además, suelen poseer colorantes y en algunos casos edulcorantes. Es de una importancia trascendental observar que la bebida usada para reponer los líquidos no contenga cafeína, ya que muchas marcas comerciales garantizan una recuperación más rápida o un aumento en el rendimiento deportivo utilizando dicha sustancia. Por el efecto estimulante y excitante de la cafeína se observa una mejora con tales productos, sin embargo, esta práctica tiene dos graves problemas: El primero se refiere al hecho que las personas que no están acostumbradas a beber café tendrán sensaciones de hiperexcitación, hormigueos, y posiblemente, falta de coordinación, pueden llegar a tener insomnio u otras alteraciones del sueño, provocando que su descanso no sea

eficaz, y el otro problema es que la cafeína está considerada como una sustancia dopante.

## **6.2 Funciones de las bebidas hidratantes.**

Dentro de las funciones que estas bebidas hidratantes realizan tenemos: A nivel de la boca y garganta el contacto con las papilas gustativas envía un impulso al cerebro para demandar más líquido y preparar al cuerpo para asimilar mejor los nutrientes y líquidos. Mientras que a nivel del cerebro las bebidas ayudan a llevar glucosa a este órgano, con el fin de almacenar energía para la actividad cerebral. Asimismo, a nivel pulmonar y cardiaco los fluidos y los nutrientes ayudan a mantener la presión sanguínea y el volumen de sangre, para corregir los efectos de la deshidratación. Por otro lado, a nivel muscular, el mantenerse bien hidratado ayuda a que la sangre siga fluyendo por los músculos, a sacar el calor del cuerpo y a permitir que los carbohidratos de las bebidas se asimilen y puedan actuar como combustibles. Y por último, a nivel del estómago, al llegar los nutrientes al mismo tiempo que el líquido, la bebida isotónica entra a los intestinos y hace que aumente la velocidad con que se absorben los carbohidratos y electrolitos en el cuerpo (*Guzmán R., Barreneche O. y Martínez, 2009*).

## **6.3 Factores que optimizan el consumo de líquidos.**

Por lo que, según *Robert Murray (1996)* existen determinados factores que optimizan el consumo de cualquier líquido, así que la bebida ideal de reposición de fluidos debe ser determinada sobre una base individual, con el objeto que la misma: a) tenga buen sabor durante el ejercicio, para asegurar la adecuada ingesta de fluidos; b) se vacíe rápidamente del estómago, para reducir el riesgo de malestar gastrointestinal y mejorar la absorción de fluidos; y c) sea rápidamente absorbida por el intestino delgado, para disminuir el riesgo de malestar gastrointestinal y asegurar la rápida entrada de fluidos y carbohidratos en el torrente sanguíneo.

En cuanto al primer factor que es el sabor, las bebidas hidratantes tienen grandes cantidades de azúcares y por lo tanto tienen sabor dulce, sin embargo, puede

sucedir que el exceso de dulzura aumente la sensación de sed, esto se contrarresta dando al líquido sabor a frutas o zumos que lo hacen más apetecible, por lo tanto, el sabor de la bebida es muy importante para estimular el consumo y aumentar el aporte de líquidos y carbohidratos. No obstante, las sustancias que se utilizan para modificar el gusto de las bebidas deportivas no aportan nutrientes ni energía que afecten el rendimiento. Otro aspecto a considerar es la temperatura a la que se encuentran las bebidas, que también afecta la apetencia de las mismas, es así como una bebida caliente mientras se hace deporte no agrada a nadie, sin embargo, el líquido tampoco puede estar muy frío porque puede producir dificultades de asimilación, lo óptimo es que la bebida se encuentre fresca no fría. Otros factores que contribuyen a optimizar los efectos del consumo de líquidos son: Volumen y ritmo de la ingesta de fluidos, percepción del grado de dulzura, tipo e intensidad del sabor y sensación dentro de la boca (*Norman MacMillan, 2008*).

Otro factor para optimizar el consumo de bebidas es el vaciado gástrico, es decir, el tiempo que los líquidos permanecen en el estómago y las modalidades de absorción del intestino, buscando que dicho tiempo sea el menor posible y que el agua y los complementos que la componen lleguen lo más rápido a todo el organismo. Los principales factores que influyen sobre el vaciamiento gástrico son: Temperatura de los líquidos, contenido de sodio, pH, composición (contenido glucídico), factores emocionales (ansiedad, estrés, etc.), contenido de la comida previa, condiciones ambientales y ciclo menstrual en la mujer. Las bebidas con soluciones de glucosa abandonan más lentamente cuanto más concentradas sean. La cantidad máxima de agua que se puede vaciar del estómago es de 15 a 20 mililitros por minuto, mientras que la cantidad de sudor que puede llegar a excretarse es el doble.

El control de vaciamiento gástrico está regulado por mecanismos neurológicos y hormonales en respuesta al volumen, a la presión y a los receptores para las grasas y aminoácidos, distribuidos en el estómago, duodeno y yeyuno. El volumen de los líquidos introducidos influye sobre la presión intraparietal y los receptores de la mucosa gástrica, responden a la disminución de la pared y a la presión aumentando

el vaciamiento. El tipo de ejercicio y el ambiente también tienen su peso, es así como el vaciamiento gástrico en reposo es más o menos igual al correspondiente a un ejercicio de intensidad moderada (60% a 65% del volumen máximo de oxígeno). Una reducción del vaciamiento se nota, en cambio, durante la actividad física de mayor intensidad (superior al 65% del volumen máximo de oxígeno) y sobre todo en ambiente cálido (30°C).

El estudio de la influencia de la ingestión de bebidas sobre los parámetros fisiológicos ha evidenciado cómo la ingesta de líquidos con determinadas cantidades de carbohidratos y electrolitos, presenta resultados muy similares a la simple ingestión de agua, por cuanto se observa: Mantenimiento del volumen plasmático; osmolaridad del plasma; contenido total de proteína; entidad del sudor; temperatura rectal y de la piel; concentración plasmática de sodio y potasio y frecuencia cardiaca durante la actividad. Las características del vaciado gástrico de una bebida deben tenerse en cuenta, ya que un vaciado gástrico lento atrapa el líquido en el estómago, disminuyendo la tasa a la cual el mismo puede volcarse en el duodeno y estar disponible para la absorción a través del epitelio intestinal hacia el torrente sanguíneo. Se ha observado que las bebidas que contienen hasta el 6% de carbohidratos (60 gramos de carbohidratos por litro) se vacían del estómago a tasas similares que el agua durante el reposo y el ejercicio. Las bebidas que contienen 8% de carbohidratos muestran tasas más lentas de vaciado que el agua, indicando que el umbral para la disminución del vaciado gástrico está justo por sobre el 6% a 7% de carbohidratos, al menos para aquellas bebidas que contienen múltiples tipos de CHO. La deshidratación, quizás junto con una alta temperatura interna, parece reducir la tasa de vaciado gástrico y aumentan el riesgo de malestar gastrointestinal.

El tercer factor que optimiza el consumo de líquidos es la absorción intestinal: La capacidad de absorción del agua por parte del intestino tenue es prácticamente ilimitada. Las soluciones hipertónicas puestas directamente en el intestino drenan rápidamente agua en el lumen intestinal: 200 mililitros de comida hipertónica, puestos directamente en el yeyuno, determinan en 40 minutos una disminución del volumen



del plasma del 20% al 30%. Para prevenir la entrada rápida de una excesiva cantidad de líquido hiperosmótico en el intestino, el líquido es vaciado lentamente del estómago al intestino para permitir al afluyente gástrico de convertirse en iso-osmótico atravesando el duodeno. En el duodeno hay un proceso de activa dilución para hacer isotónicas las soluciones hipertónicas, y en el yeyuno la absorción del soluto para llevar los contenidos intestinales a una osmolaridad semejante a la de los tejidos. Es muy interesante e importante a la vez considerar el efecto que deriva de la presencia en las bebidas de glucosa y sodio, por su gran uso en medicina deportiva.

La absorción del agua a través de las membranas del intestino tenue es significativamente acelerada por el transporte activo de glucosa y sodio, por la neutralización de los ácidos en el lumen intestinal y por la absorción pasiva de potasio y otros solutos. Mientras parte del sodio es absorbido en ausencia de la glucosa, la absorción de glucosa depende mucho del sodio presente en el lumen intestinal. El mayor estímulo a la absorción del agua en el intestino es la absorción de los solutos, pues este procedimiento establece un gradiente osmótico para el flujo del agua. La presencia de glucosa es de importancia determinante en la absorción de líquidos, por ejemplo, una solución isotónica salina perfundida a través del yeyuno en cantidades fisiológicas, provoca constantemente diarrea y, en cambio, en el tratamiento terapéutico del cólera, en presencia de la deshidratación, soluciones de agua y electrolitos, que suministradas por vía intravenosa obstaculizan la diarrea, la aumentan (*Robert Murray, 1996*).

La presencia de electrolitos y sodio en las bebidas, permite durante el esfuerzo una absorción de glucosa y de agua mucho mayor, siempre y cuando la cantidad no sea excesiva y pueda resultar dañina. Para asegurar una rápida absorción de fluidos a través de la mucosa intestinal se necesita de la ingesta de carbohidratos (en forma de glucosa, sacarosa, o sólidos con melaza de maíz) y la presencia de grandes cantidades de sodio en el lumen intestinal. Como se sabe desde los años 50, la glucosa y el sodio son activamente cotransportados a través del epitelio intestinal, estableciendo un gradiente osmótico para la absorción de agua. Una vez más, las

concentraciones hasta el 6 % de carbohidratos parecen elevar al máximo la tasa de absorción de agua y solutos en el intestino delgado próximo. Las combinaciones de sacarosa, glucosa, fructosa y maltodextrinas parecen promover tasas similares de flujo de agua, suponiendo que no predominan las concentraciones de fructosa y maltodextrinas (*Robert Murray, 1996*).

#### **6.4 Clasificación de las bebidas hidratantes.**

Las bebidas hidratantes se pueden clasificar, según *Francisco Morales Inglés (2009)*, en isotónicas, hipertónicas e hipotónicas. Las bebidas isotónicas son las que poseen una concentración de sales y azúcares similar a las del plasma (unos 300 mOsm/1); pasan rápido por el estómago y el intestino las asimila rápidamente; y representan en cualquier circunstancia una eficaz respuesta a la sed. Las bebidas hipertónicas contienen mayor concentración que el plasma (más de 300 mOsm/1), son asimiladas más lentamente, pero presentan una particularidad importante: contienen bastantes carbohidratos, por lo que son útiles justo después de finalizar un esfuerzo para recuperar reservas de energía. Las bebidas hipotónicas (menos de 300mOsm/1) apagan la sed con mayor rapidez, aportan pocas calorías y pasan con la máxima velocidad por el estómago, asimilándose también rápidamente en el intestino. Sin embargo, utilizar bebidas comerciales no es la única solución, se pueden elaborar bebidas caseras para deportistas adaptándolas a las necesidades de cada atleta, una forma de elaborarlas sería: Para un litro de bebida deportiva casera, colocar 500 centímetros cúbicos de agua en un recipiente, agregarle 50 gramos de azúcar y 1 gramo de sal común, mezclar bien y agregar el jugo de una naranja o limón, mezclar todo y agregar la cantidad suficiente de agua para llegar a completar el litro de bebida.

Por otro lado, en el medio guatemalteco se está tomando conciencia sobre la importancia de una buena hidratación, para mejorar el rendimiento deportivo de los atletas participantes en las competencias nacionales e internacionales, también se prosigue con la preparación de entrenadores y técnicos deportivos en estos temas, aunque los contenidos de los mismos son muy escasos en la mayoría de los casos.

Tanto el Comité Olímpico Guatemalteco, la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala, la Dirección General de Educación Física y las diferentes Federaciones y Asociaciones Deportivas Nacionales que funcionan en el país, dentro de sus capacitaciones, actualizaciones y cursos a maestros de educación física, entrenadores y técnicos, están incluyendo temas sobre hidratación y rendimiento deportivo, con la finalidad de dotarlos de los conocimientos mínimos necesarios que les permitan mejorar los resultados de sus alumnos y atletas, pero sobre todo pensando en la salud de los mismos. Es de conocimiento general que en los últimos años, los atletas guatemaltecos han competido en una serie de eventos nacionales e internacionales con el objetivo de obtener los mejores resultados y estar en el podium de ganadores, sin embargo, los mismos no han sido los más deseados y la decepción se ha hecho presente en una gran cantidad de disciplinas deportivas. Pero, es de hacer notar, que los fracasos en el ámbito deportivo se deben a un sin número de factores que rodean a este medio y no solamente al desconocimiento por parte de los entrenadores de ciertos aspectos sobre la hidratación en el deporte.

En Juegos Deportivos Centroamericanos, Guatemala continúa siendo el país con más medallas, superando al resto de naciones, sin embargo los resultados en Juegos Deportivos Centroamericanos y del Caribe, Juegos Panamericanos y Juegos Olímpicos, no se han dado por el nivel que poseen nuestros atletas. Pero se visualiza para el futuro, una mejor preparación de los mismos, con personas integralmente formadas y preparadas, tanto física y técnicamente como psicológica y teóricamente, con conocimientos en los diferentes aspectos que puedan influir en su rendimiento y en su vida diaria.

# Capítulo VII

La Hidratación en el

Medio Deportivo

Guatemalteco

## **CAPÍTULO VII**

### **LA HIDRATACION EN EL MEDIO DEPORTIVO GUATEMALTECO**

La importancia que la hidratación posee para la obtención de buenos resultados deportivos es innegable, debido al hecho de que es un aspecto trascendental en la preparación, competencia y recuperación de las personas practicantes de algún deporte, ya que un buen consumo de líquido antes y durante la realización de una actividad deportiva les brinda la posibilidad de mantener un óptimo nivel competitivo por un largo período, a diferencia de aquellos que no se preparan en dicho aspecto. Una prueba de ello se observa principalmente en partidos de fútbol, baloncesto, voleibol, balonmano o pruebas largas de atletismo (maratón) y ciclismo, donde la necesidad de líquidos se ve fuertemente aumentada debido al nivel competitivo de los participantes y a la intensidad y duración del ejercicio en dichos deportes, donde los atletas mejor preparados física, técnica y psicológicamente, pero también a nivel de aspectos de hidratación, son los que sobresalen del resto de participantes.

En Guatemala, así como en cualquier país del mundo, que busca resultados deportivos de gran nivel, este es un aspecto que no se debe olvidar en la preparación, tanto de los atletas como de sus entrenadores, ya que será de vital importancia al momento de la competencia, pues es trascendental que conozcan aspectos relacionados con la hidratación, deshidratación y rehidratación, que les permita actuar de una mejor manera cuando aparezcan los primeros síntomas de este desequilibrio del organismo. Sin embargo, en este país, a pesar de los avances que se han tenido en el campo deportivo en lo referente a Medicina, Psicología, Metodología del Entrenamiento, Preparación Física, Planificación del Entrenamiento Deportivo y muchas otras, aún se encuentra con un problema: Los encargados de preparar a los deportistas, en muchos de los casos, son personas con mucho entusiasmo, pero que no poseen los conocimientos científicos que les permitan ayudar adecuadamente a sus atletas en aspectos de hidratación. Muchas de estas personas se han formado empíricamente o poseen cursos mínimos que las amparan como entrenadores, sin embargo, no poseen los títulos académicos, y en muchos de

los casos, ni los conocimientos científicos suficientes como para dedicarse a esta profesión. Por ejemplo, en la investigación realizada por la Academia Deportiva Nacional de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala: “Diagnóstico sobre la Motivación de los Atletas Participantes en los Juegos Deportivos Nacionales 2006 y Nivel Académico y Técnico de los Entrenadores”, en el marco de los XXIX Juegos Deportivos Nacionales, llevados a cabo en la Ciudad de Guatemala, del 16 de noviembre al 3 de diciembre de 2006 y organizados por CDAG, se determinó el nivel académico y técnico de los entrenadores que asistieron a los mismos, siendo los resultados los siguientes: De 211 personas evaluadas, 10 poseían estudios de nivel primario y básico, 122 de diversificado, 66 tenían estudios universitarios y 13 no respondieron, es decir, solamente un 31% (universitarios) podría considerarse que poseen un título académico que los faculte para dedicarse a esta profesión. Por otro lado, en el aspecto técnico-deportivo, la Academia Deportiva Nacional de CDAG, anualmente lleva a cabo cursos para entrenadores de Nivel I, II y III, en lo referente a la investigación mencionada anteriormente los resultados fueron los siguientes: 31 personas poseían en ese momento el Nivel I de Entrenador, 61 el Nivel II, 93 el Nivel III y 26 no respondieron.

Si se considera que tanto el nivel académico como el tipo de profesión son fundamentales para determinar si las personas pueden o no dedicarse a la realización de un trabajo, en el caso del deporte, no es la excepción, entonces los entrenadores deberían de cumplir con estos dos aspectos para poseer los suficientes créditos para dedicarse a este delicado trabajo, lo preocupante del este caso se presenta en la siguiente información recopilada en la investigación mencionada, ya que muy pocos entrenadores que participaron en los XXIX Juegos Deportivos Nacionales de CDAG los poseen. A continuación se presenta la Tabla 8 que demuestra lo mencionado en este párrafo.

No.	Profesión de los Entrenadores	Cantidad	Porcentaje
1	Primaria	3	2%
2	Básico	7	3%
4	Diversificado	23	11%
<b>5</b>	<b>Maestro de Educación Física</b>	<b>21</b>	<b>10%</b>
<b>6</b>	<b>Perito en Deportes</b>	<b>2</b>	<b>1%</b>
7	Maestro de Educación Primaria	27	13%
8	Bachiller en Ciencias y Letras	26	12%
9	Perito Contador	22	10%
10	Bachiller Industrial	1	1%
11	Profesor de Enseñanza Media	21	10%
<b>12</b>	<b>Técnico en Deportes</b>	<b>4</b>	<b>2%</b>
13	Licenciado en Pedagogía	3	1%
14	Ingeniero	1	1%
15	Licenciado	9	4%
16	Técnico Universitario	1	1%
17	Universitario	21	10%
18	Abogado	3	1%
<b>19</b>	<b>Licenciado en Deportes</b>	<b>3</b>	<b>1%</b>
20	No Respondió	13	6%
<b>Total</b>		<b>211</b>	<b>100%</b>

Tabla 8. Profesión de los Entrenadores

Fuente: “Diagnóstico sobre la Motivación de los Atletas Participantes en los Juegos Deportivos Nacionales 2006 y Nivel Académico y Técnico de los Entrenadores”, Academia Deportiva Nacional de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (2006).

En la Tabla 8, se presenta la profesión de los 211 entrenadores que fueron evaluados en la investigación de los XXIX Juegos Deportivos Nacionales de CDAG, y se observa que solamente 30 personas del total de los evaluados posee una profesión afín al deporte, distribuidos de la siguiente forma: 21 evaluados poseen el título de Maestro de Educación Física, 2 de Perito en Deportes, 4 Técnico en Deportes y 3 de Licenciado en Deportes. Esto es preocupante debido al hecho de que la profesión de entrenadores, así como muchas otras, es importante para el desarrollo deportivo de un país y los mismos deberían poseer los títulos académicos y los conocimientos científicos suficientes para dedicarse a esta carrera, pues se

pone en riesgo la integridad no solo física sino que también mental de los niños, niñas, jóvenes, señoritas y en general de las personas que practican algún deporte y que están en las manos de estos entrenadores. No hay duda que las charlas, conferencias, capacitaciones, diplomados y seminarios que han recibido a lo largo de su vida les ha servido para formarse como entrenadores, sin embargo, no son suficientes para otorgarles dicho título.

Por otro lado, es importante mencionar que en Guatemala existen cuatro instituciones que trabajan por el desarrollo deportivo: El Comité Olímpico Guatemalteco (COG), la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (CDAG) y sus Federaciones y Asociaciones Deportivas Nacionales, El Ministerio de Cultura y Deportes (MICUDE) y la Dirección General de Educación Física (DIGEF) del Ministerio de Educación. Si bien el presente trabajo de investigación se centra en la importancia de la buena hidratación para la práctica deportiva, es trascendental presentar una panorámica de la situación en que se encuentra el país con respecto a este tema, así como también en lo referente al recurso humano calificado, las instituciones deportivas que manejan el deporte y las instituciones encargadas de la formación de entrenadores o personas que se dedican a un trabajo afín al deporte.

También es importante mencionar que existen instituciones en Guatemala que se dedican a la formación de personas con carreras afines al deporte, estas son: La Escuela de Ciencia y Tecnología de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de San Carlos de Guatemala con sus carreras de Técnico en Deportes y las Licenciaturas en Deportes, Educación Física y Recreación, La Universidad Galileo con su carrera de Licenciatura en Deportes y las 22 Escuelas Normales de Educación Física con su carrera de Maestro de Educación Física. Además existe la Escuela Internacional de Educación Física, que por medio de un acuerdo de Guatemala con Cuba gradúa a personas en la Licenciatura en Cultura Física, quienes deben viajar a este país para estudiar dicha carrera. Además la Academia Deportiva Nacional de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala y las Federaciones y Asociaciones Deportivas Nacionales realizan capacitaciones, charlas



y cursos para entrenadores de forma muy específica, sin embargo, dentro de las mismas el tema de la hidratación en el deporte se ve muy limitado e incluso desestimado por muchos capacitadores o planificadores, quienes no le brindan la importancia que realmente posee para mejorar el nivel competitivo de los atletas. Estos últimos se ven afectados grandemente por el hecho de que tampoco ellos reciben las suficientes indicaciones por parte de sus entrenadores y maestros en lo referente al tema de la deshidratación y rehidratación.

# Conclusiones

## CONCLUSIONES

1. El agua es de suma importancia para el mantenimiento de la vida como tal, debido a sus múltiples propiedades físico-químicas y funciones que desempeña en el cuerpo humano, superadas sólo por las del oxígeno; constituye uno de los componentes más significativos del organismo, ya que juega un papel trascendental en el funcionamiento del cuerpo humano, manteniendo un apropiado volumen sanguíneo y un adecuado trabajo de otros fluidos corporales, por tal motivo, su consumo debe ser considerado como una necesidad biológica. Dicha importancia también viene resaltada en el cuerpo humano al ser su componente mayoritario y definitorio: desde el setenta y cinco por ciento del recién nacido hasta menos del sesenta por ciento del anciano. Por esa importancia el agua pasa a formar parte de la homeostasia del organismo, debiendo mantener la constancia de su presencia en determinadas cantidades para la correcta función de toda la maquinaria humana, principalmente durante la práctica deportiva, donde los requerimientos de este líquido aumentan considerablemente.
2. El agua interviene en numerosas funciones que son fundamentales para el organismo: Participa en las reacciones celulares, transporta (en el plasma sanguíneo) sustancias (nutrientes y desechos) y juega un papel trascendental en la regulación de la temperatura corporal. Sin embargo, a diario el organismo humano sufre pérdidas de agua por diferentes vías, por lo que es indispensable reponerla con la finalidad de conservar un balance hídrico apropiado. Las pérdidas de agua del cuerpo humano se producen a través de la orina, la sudoración, el aire aspirado y las heces. Estas pérdidas de agua deberán ser recuperadas a partir del consumo de líquidos de nuestra dieta, de la descomposición de los alimentos y del agua metabólica liberada en la movilización y oxidación de los nutrientes. En determinadas situaciones, como la práctica deportiva y una temperatura ambiental elevada, conviene aumentar el consumo de agua para recuperar adecuadamente las pérdidas de agua del

organismo. Además, el volumen de agua corporal depende de una serie de factores, tales como el peso corporal, la edad, el sexo y la presencia de mayor o menor cantidad de tejido adiposo. En el recién nacido, el agua representa un 75% de su peso corporal total, pero existe una marcada tendencia a la reducción de ese porcentaje con la edad, particularmente durante los diez primeros años de vida. En general, a igual peso corporal, existe una menor proporción de agua en las mujeres que en los hombres. Este hecho probablemente está relacionado con la mayor cantidad de grasa subcutánea de la mujer. El tejido adiposo es el que posee menor contenido en agua; por ello, el volumen total de agua corporal es inversamente proporcional al grado de obesidad de los sujetos. De hecho, en los sujetos obesos, el porcentaje de agua puede llegar a ser de tan sólo el 45% de su peso.

3. La deshidratación es la insuficiencia de líquidos corporales indispensables para que el organismo cumpla con sus funciones normales a un nivel óptimo, la misma dependerá en gran medida de la intensidad del ejercicio, además, de la influencia de otros factores tales como: La vestimenta, la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y la velocidad del viento. Se pueden mencionar una serie de efectos producto de la deshidratación del organismo tales como: Aumento de la osmolaridad de la sangre, disminución del volumen sanguíneo, aumento de la frecuencia cardíaca, disminución del flujo sanguíneo a la piel, reducción de la tasa de sudoración, disminución de la pérdida de calor, aumento de la temperatura corporal; produciéndose a través de esto un detrimento o disminución del rendimiento deportivo. Sin embargo, para mantener la temperatura corporal dentro de rangos fisiológicos, el cuerpo utiliza entonces diversos mecanismos de termorregulación. El más eficiente de estos es la sudoración y más específicamente, la evaporación del sudor.
4. La hidratación ideal persigue reponer el líquido perdido por sudoración para evitar la deshidratación y suministrar los carbohidratos y electrolitos que pudieran ser necesarios, según la duración e intensidad del ejercicio. La

rehidratación y reintegración puede realizarse gracias a bebidas hidratantes, a tomar antes, durante y después del ejercicio físico, preferiblemente a temperatura fresca. Estas bebidas deben contener hidratos de carbono en los porcentajes mencionados, modestas cantidades de sales minerales y eventualmente vitaminas; este tipo de bebidas son generalmente agradables al paladar, incluso, mucho más que el agua pura, por ello inducen a beber más, lo cual es muy importante, porque después de un esfuerzo considerable y prolongado, la sed jamás es tal que induzca a tomar la cantidad de líquidos suficientes para compensar las pérdidas.

5. La formación teórica de los atletas en aspectos de hidratación deportiva es una debilidad en el ámbito guatemalteco, debido a la escasa formación científica de los preparadores físicos, entrenadores, técnicos deportivos, preparadores físicos, maestros de educación física y licenciados en deportes, ya que los mismos no reciben la adecuada información en este aspecto de la práctica deportiva, únicamente aplican en su quehacer diario aquellos escasos conocimientos que han recibido en cursos, seminarios o charlas sobre el tema.

# Recomendaciones

## RECOMENDACIONES

1. Se sugiere que las personas que se dedican a la práctica de actividades físico-deportivas se hidraten durante la realización de la misma, con la finalidad de mantener o recuperar la correcta función de todos los órganos y sistemas del cuerpo humano, ya que el agua es fundamental en los procesos de preparación del organismo para el ejercicio, en el desarrollo de la actividad y posterior a esta. La adecuada hidratación, no solo contribuye a vivir con salud, sino que permite una mayor tolerancia al calor, mantiene el rendimiento físico y protege las funciones cognitivas del organismo.
2. Se recomienda que los atletas sigan un adecuado patrón de consumo de líquidos antes, durante y después de realizar la actividad, con la finalidad de mantener un buen rendimiento, evitar las complicaciones de la deshidratación y mantener un equilibrio hídrico en el organismo. La necesidad básica de líquido está estimada entre 2 a 2.5 litros de agua por día, más las pérdidas provocadas por la realización de ejercicio físico; los deportistas deben practicar el cómo administrarse líquido durante los entrenamientos, además, deben experimentar y lograr identificar que bebida, la cantidad y la frecuencia con la que debe de suministrarse el líquido conforme a sus necesidades personales.
3. Los entrenadores deberán concientizar a los deportistas estimulándolos a hidratarse antes, durante y después de realizar cualquier tipo de actividad física, aún cuando no sientan sed; adicional a una buena hidratación, se tiene que tener en cuenta que la bebida hidratante debe tener un buen sabor y servirse “frescos”. Un dato importante a considerar lo constituye el siguiente: Son necesarias veinticuatro horas para reponer totalmente el glucógeno muscular utilizado durante dos horas de ejercicio intenso; no esperar a tener sed, la misma no es buen indicador de deshidratación y su sensación aparece cuando el organismo ya se encuentra en un proceso de deshidratación leve; prestar atención al color y al volumen de la orina, dentro de los sesenta minutos de

ejercicio, pasar de un volumen normal de orina clara a un volumen normal o ligeramente sobre lo normal, es un buen indicador de una hidratación adecuada, si la misma es de color amarillo oscuro, el volumen es pequeño, y tiene olor fuerte, el deportista debería continuar bebiendo. Además, el control del peso corporal pre y post-ejercicio es un método fácil de recordar a los deportistas, sobre la importancia de mantener mínima la deshidratación y para identificar a aquellos que están predispuestos a grandes pérdidas de peso.

4. Se sugiere que los entrenadores en ambientes calurosos permitan que los atletas consuman líquidos con intervalos de 10 a 15 minutos de ejercicio físico; también se recomienda ingerir agua o bebidas hidratantes con una temperatura entre 8° y 13° C. Estas bebidas hidratantes deberán contener entre un 4% y 8% de carbohidratos y entre 0.5 a 0.7 gramos de sodio por litro de agua y beberse en actividades de gran intensidad cuyo tiempo de práctica sea más de una hora, cumpliendo estas bebidas con la doble función de reabastecimiento y rehidratación del organismo.
  
5. Se recomienda a las instituciones que se dedican a la formación de entrenadores, técnicos deportivos, preparadores físicos, maestros de educación física y licenciados en deportes, que introduzcan dentro de sus programas, asignaturas que contemplen directamente el tema de la hidratación. Esto se logrará después de la evaluación correspondiente de la currícula de estudios de sus respectivas carreras, que generalmente se realiza cada cierto tiempo, con la finalidad de determinar las fortalezas y debilidades de las mismas y sus posibles cambios y mejoras.



# Glosario

## GLOSARIO

1. Alcalosis: Estado en que el pH sanguíneo es de 7.45 a 8.00.
2. ATP: Molécula almacenadora de energía de todas las células vivas.
3. Atrofia: Disminución en el tamaño de una parte a causa de su funcionamiento deficiente, anormalidades de la nutrición o falta de uso.
4. Cation: Ión de carga positiva. Un ejemplo es el sodio.
5. Concentración Molar: La molaridad (M) es el número de moles de soluto por litro de disolución.
6. Deshidratación Hipertónica o Hipernatrémica: Aparece cuando las pérdidas de agua corporal superan a las pérdidas de sal.
7. Deshidratación Hipotónica o Hiponatrémica: Aparece cuando las pérdidas de sodio son mayores que las de agua.
8. Deshidratación Isotónica o Normonatrémica: Una deshidratación isotónica es la pérdida de agua y electrolitos en cantidades osmóticamente equivalentes.
9. Electrolito: Cualquier compuesto que se separa en iones cuando se disuelve en agua y que conduce la electricidad.
10. Evaporación: Conversión de un líquido a vapor.
11. Golpe de Calor: Estado en que el cuerpo no pierde calor con facilidad, que se caracteriza por disminución en la sudoración y aumento de la temperatura corporal.
12. Hipohidratación: La hipohidratación consiste en la falta de agua en el organismo, es equivalente a deshidratación.
13. Homeostasia: Estado en que el medio interno del cuerpo permanece relativamente constante, dentro de ciertos límites.
14. Ión: Cualquier partícula o grupo de partículas que posee carga eléctrica; suele formarse por la disolución y disociación de una sustancia, como una sal.
15. Líquido Extracelular: El presente fuera de las células de los tejidos, como el líquido intersticial y plasma.
16. Líquido Intersticial: El que llena los espacios microscópicos que hay entre las células.

17. Líquido Intracelular: El presente dentro de las células de los tejidos.
18. Miliequivalentes: Número de cargas eléctricas por cada litro de solución.
19. Mol: El peso, en gramos, de los pesos atómicos combinados de los átomos que comprenden una molécula de una sustancia.
20. Osmolaridad Plasmática: La osmolaridad plasmática es la concentración molar de todas las partículas osmóticamente activas en un litro de plasma. La osmolalidad plasmática es esta misma concentración pero referida a 1 kilogramo de agua. Osmolaridad y osmolalidad son más o menos equivalentes para las soluciones muy diluidas (en este caso 1 kg corresponde a 1 litro de disolución) lo que no es el caso del plasma, ya que 1 litro de plasma contiene 930 ml de agua (proteínas y lípidos ocupan el 7% del volumen plasmático).
21. PH: Símbolo con el que se designa una medida de la concentración de iones hidrógeno en una solución.
22. Presión Osmótica: La necesaria para que el agua pura no entre en una disolución, cuando ambas están separadas por una membrana semipermeable.
23. Transpiración: Sustancia producida por las glándulas sudoríparas.
24. Volumen Plasmático (Sanguíneo): Cantidad total de sangre que circula por el sistema cardiovascular.

# Bibliografía

## BIBLIOGRAFÍA

1. Academia Deportiva Nacional de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala. Diagnóstico sobre la Motivación de los Atletas Participantes en los Juegos Deportivos Nacionales 2006 y Nivel Académico y Técnico de los Entrenadores, en el Marco de los XXIX Juegos Deportivos Nacionales, Guatemala, del 16 de noviembre al 3 de diciembre de 2006. Guatemala. 2006.
2. Boix, Evangelina; Carlos Pardo y Antonio Picó. Capítulo 23, Trastornos Hidroelectrolíticos. 2001.
3. Coyle, Edward. Fluid and carbohydrate replacement during exercise: How much and why? Sports Science Exchange. SSE#50, Volume 7, Number 3. United State.1994.
4. Dallaporta, Bruno. Trastornos de la Osmolaridad. Interpretación y Diagnóstico Etiológico. Buenos Aires, Argentina. 1994.
5. Diccionario de la Salud del Niño. 2009. Acceso 22 de enero de 2010. [http://www.guiadelnino.com/salud/diccionario-de-la-salud-del-nino/\(letter\)/d](http://www.guiadelnino.com/salud/diccionario-de-la-salud-del-nino/(letter)/d).
6. Diccionario Médico Interactivo de Portales Médicos. Definiciones del Diccionario. 2009.
7. Gabin de Sardoy, María de las Mercedes. Agua e Hidratación en el Rendimiento Deportivo. Argentina. 2005.
8. García López, David; Juan Azael Herrero Alonso y René González Boto. La Hidratación del Deportista. Revista Digital No. 66. Buenos Aires, Argentina. 2003.
9. González Moreno, María. Hidratación en el Deporte. 2007. Acceso 09 de mayo de 2008. <http://natulinea.com>
10. Grande, Ana y María José Fernández. Deshidratación Pediátrica. España. 2007.
11. Grandjean, Ann C. y Sheila M. Campbell. Hidratación: Líquidos para la Vida. México. 2006.
12. Green S., Smith K, Smith N., & Wishart C. Effect of a carbohydrate-electrolyte beverage on fatigue during a soccer-related running test. J Sports Sci, 16(5): 502-503. 1998.

13. Guzmán R., Luis Felipe; Juan Guillermo Barreneche O. y Juan Carlos Martínez. Bebidas Hidratantes. Colombia. 2009.
14. Lafuente Larrauri, Carlos. Estructura Molecular del Agua. Perú. 2008.
15. Lamb, David R. y Adel H. Shehata. Beneficios y Limitaciones de la Pre-Hidratación. Estados Unidos. 2000.
16. Lopategui Corsino, Edgar. Efecto de la Deshidratación sobre la Capacidad de Precisión de Remate con Pierna Derecha en Jugadores de Fútbol. Puerto Rico. 2004.
17. López Rodríguez, José María. La Hidratación en la Actividad Física. Buenos Aires, Argentina. 2004.
18. Macmillan, Norman. Hidratación para Maratonistas. Estados Unidos. 2008.
19. Mayol Soto, Lourdes. Termorregulación e Hidratación. Revista Salud Pública y Nutrición. Edición Especial. México. 2005.
20. Monge Bonilla, Víctor Manuel y Walter Caballero Benavides. Efecto de la Deshidratación sobre la Capacidad de Precisión de Remate con Pierna Derecha en Jugadores de Fútbol. Costa Rica. 2004.
21. Morales Inglés, Francisco. Bebidas para Deportistas. 2009.
22. Mudge, Gilbert H. y M. Weiner. Nutrición y Deporte. Estados Unidos. 1990.
23. Murgio, Abel. La Hidratación en la Actividad Física, III Parte, Suplementación Glúcida. 2005.
24. Murray, Robert. Deshidratación, Hipertermia y Deportistas. Estados Unidos. 1996.
25. Palacios, Nieves. Hidratación y Ejercicio Físico. España. 2007.
26. Revista de Divulgación "Mundo Científico" La Recherche, Versión en Castellano. La Estructura Molecular del Agua. 2008.
27. Revista Electrónica Cocinar en Casa es Facilísimo.com. Nutrición. 2009.
28. Revista Electrónica Deporte y Nutrición. Hidratación del Deportista, Parte III. 2008.
29. Revista Electrónica El Portal del Agua. El Cuerpo Humano y el Agua. 2006.
30. Rodríguez, Leslie. Artículo ¿Cuánta Agua Necesito? 2006.

31. Rodríguez Pérez, Manuel e Inmaculada García Sánchez. Nutrición y Dieta en el Deporte, Aspectos Básicos a tener Presentes en Jugadores Profesionales de Baloncesto. Revista Digital. Buenos Aires, Argentina. Año 12 - N° 118, Marzo de 2008.
32. Rose BD, Post TW. Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders, 5th Edition. New York: McGraw-Hill Inc, 2001.
33. Sawke, Michael N.; C. Bruce Weng and Kent B. Pandof. Human Responses To Exercise-heat Stress. United State. 1993.
34. Sola Valdés, Bertha. El Agua. España. 2000.
35. Suárez, Frank. Deshidratación, El Poder del Metabolismo. Puerto Rico. 2008.
36. Tórtora, Gerard J. y Anagnostakos, Nicholas P. Principios de Anatomía y Fisiología. Sexta Edición. México. 1993.
37. Van de Graaff, Kent M. y Rhee, Ward. Teoría y Problemas de Anatomía y Fisiología Humanas. México. 1989.
38. Wilmore, Jack y David Costill. Fisiología del Esfuerzo y del Deporte. Editorial Paidotribo. España. 2007.

# Anexos



## **ANEXO 1. GUÍA DE HIDRATACIÓN EN EL DEPORTE**

**(Elaborada por el autor)**

1. Hidratarse antes, durante y después de la práctica de actividades físicas, para mantener el nivel competitivo.
2. Una persona sedentaria deberá ingerir entre 2 a 2.5 litros de líquidos diariamente, más lo perdido por la realización de actividades deportivas.
3. Hidratarse adecuadamente 24 horas antes de la realización de ejercicio físico, según el numeral 2.
4. Tomar 2 vasos de agua antes de dormir, la noche previa a la competencia.
5. Tomar 2 vasos de agua al despertarse el día de la competencia.
6. Dos horas antes del ejercicio ingerir un litro de líquidos (agua y/o bebida hidratante).
7. Una hora antes de iniciar el ejercicio físico o la competencia tomar 1 vaso de alguna bebida hidratante.
8. Antes de iniciar el ejercicio deberá pesarse y tomar nota de su peso.
9. Ingerir líquidos cada 10 ó 15 minutos de ejercicio.
10. Tomar alguna bebida hidratante después de una hora de ejercicio intenso que contenga entre 4%-8% de carbohidratos y entre 0.5-0.7 gramos de sodio por litro de agua.
11. Al concluir la práctica de ejercicio físico deberá pesarse y tomar nota del peso perdido.
12. Tomar suficientes líquidos después del ejercicio a manera de recuperar durante las 6 horas posteriores al ejercicio el 150% ó más del peso perdido.
13. Se puede incluir el consumo de alimentos para recuperar el glucógeno y las sales minerales perdidas.
14. Consumir los 2 a 2.5 litros de líquidos indicados al inicio de esta guía.
15. No esperar a que aparezca la sensación de sed, hidratarse según la presente guía.
16. En la medida de lo posible, llevar un control del color de la orina para determinar el grado de deshidratación.

## ANEXO 2. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PROFESIÓN DE LOS ENTRENADORES

**CONFEDERACIÓN DEPORTIVA AUTÓNOMA DE GUATEMALA  
ACADEMIA DEPORTIVA NACIONAL**

**NIVEL ACADÉMICO Y TÉCNICO DE LOS ENTRENADORES  
JUEGOS DEPORTIVOS NACIONALES CDAG 2006**

Lugar y Fecha: \_\_\_\_\_

Disciplina Deportiva: \_\_\_\_\_

No.	Nombre Completo	Departamento	Edad	Grado Académico	Nivel Técnico Aprobado			Título Académico	Firma
					Nivel I	Nivel II	Nivel III		
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Fuente: "Diagnóstico sobre la Motivación de los Atletas Participantes en los Juegos Deportivos Nacionales 2006 y Nivel Académico y Técnico de los Entrenadores", Academia Deportiva Nacional de la Confederación Deportiva Autónoma de Guatemala (2006).