

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Taekwondo y las técnicas de pérdida de peso

El TKD es un deporte olímpico de combate practicado en todo el mundo. En competencias oficiales, las categorías son divididas por rangos de peso específicos en donde los atletas se enfrentan ante adversarios con un PCT similar. El objetivo es para que se lleven a cabo combates equitativos en términos de fuerza y agilidad. Sin embargo, es conocido que los competidores de TKD utilizan métodos dañinos de pérdida de peso con el propósito de competir en categorías más livianas y así tener ventaja contra atletas más débiles y livianos, además de buscar aumentar la potencia conforme se disminuye el peso (Artioli *et al*, 2010 y Peniche *et al*, 2011).

A estas pérdidas rápidas y extremas de peso, se les conoce por el término de “WC” y son empleados por la mayoría de los deportes de combate. Estas prácticas incluyen restricciones severas de ingesta de agua y alimento, el uso de saunas y ejercicio con trajes de plástico. El uso de diuréticos, laxantes, píldoras e incluso el vómito autoinducido (Artioli *et al*, 2010). Brito *et al* (2012) reporta que el 63.3% de los atletas de TKD llevan a cabo este tipo de métodos.

Se ha comprobado que las pérdidas rápidas de peso afectan negativamente una serie de parámetros relacionados con la salud. Puede causar disfunciones cardiovasculares agudas, inmunosupresión, disminución de la densidad ósea, daños en la termorregulación, daños en la función cognitiva, estado de ánimo negativo, desbalance hormonal, deterioro de crecimiento, un pobre estado nutricional y el riesgo de desarrollar desórdenes alimenticios. Así como disminución de la memoria a corto plazo, en la concentración, fatiga y depresión (Artioli *et al*, 2010 y Franchini *et al*, 2012).

1.1.1 Categorías de peso en TKD.

Las competencias oficiales en México se rigen bajo las categorías de peso descritas a continuación. Estas se dividen en varonil y femenil; y se clasifican de la siguiente manera:

Cuadro 1. Categorías de peso según la WTF.

División varonil	División femenil
Menos 54 kg	Menos 46 kg
Menos 58 kg	Menos 49 kg
Menos 63 kg	Menos 53 kg
Menos 68 kg	Menos 57 kg
Menos 74 kg	Menos 62 kg
Menos 80 kg	Menos 67 kg
Menos 87 kg	Menos 73 kg
Más 87 kg	Más 73 kg

Adaptada de WTF, 2015. Competition rules & interpretation

WTF: Federación Mundial de TKD

1.2 El agua en el cuerpo

Peniche *et al* (2011) en su libro “Nutrición aplicada al deporte”, explican la importancia del agua en el cuerpo. Ésta sirve como medio reactivo y transporte. Es el principal componente del citoplasma de las células (lugar donde se llevan a cabo muchas de las reacciones del metabolismo) y de la sangre que transporte el oxígeno a los tejidos, así como nutrimentos, hormonas y otros componentes de las células para su utilización. El agua acarrea los productos de desecho del metabolismo a los pulmones, donde éstos se exhalan en forma de bióxido de carbono (CO₂), y a los riñones para su eliminación en forma de orina.

Además de tener otras funciones en el cuerpo como de estructura y protección a tejidos blandos como el cerebro y la médula espinal; una de sus

funciones más importantes para las personas que realizan actividad física, es la regulación de la temperatura corporal.

1.2.1 Distribución del líquido corporal.

Los tejidos magros como los músculos o el corazón, tienen un contenido de agua de aproximadamente de 75%, mientras que el tejido adiposo posee alrededor de 10%. Por consiguiente, el contenido de masa grasa (MG) en el cuerpo determina en gran medida la cantidad de agua, es decir, a mayor contenido de MG, menor contenido de agua (Peniche *et al*, 2011).

En el siguiente cuadro se observa el contenido de agua en varios tejidos del cuerpo.

Cuadro 2. Contenido de agua en varios tejidos.

Tejido	Agua (%)	ACT (%)
Piel	72	22
Órganos	76	9
Esqueleto	22	5
Sangre	83	7
Tejido adiposo	10	2
Músculo	76	55

Adaptado a partir de Shirreffs et al, 2001 y Peniche et al, 2011.

ACT: Agua Corporal Total; %: Porcentaje.

A su vez, el agua corporal puede dividirse en dos compartimentos principales: el líquido intracelular (LIC) y el líquido extracelular (LEC). El LIC es el mayor componente y constituye alrededor de dos terceras partes del agua corporal total (ACT). El LEC puede dividirse en líquido intersticial, que se encuentra entre las células, y el plasma, ubicado dentro de los vasos sanguíneos y representa alrededor de la cuarta parte del LEC (Peniche *et al*, 2011).

En la siguiente figura se explica de forma visual la distribución de agua corporal a nivel celular.

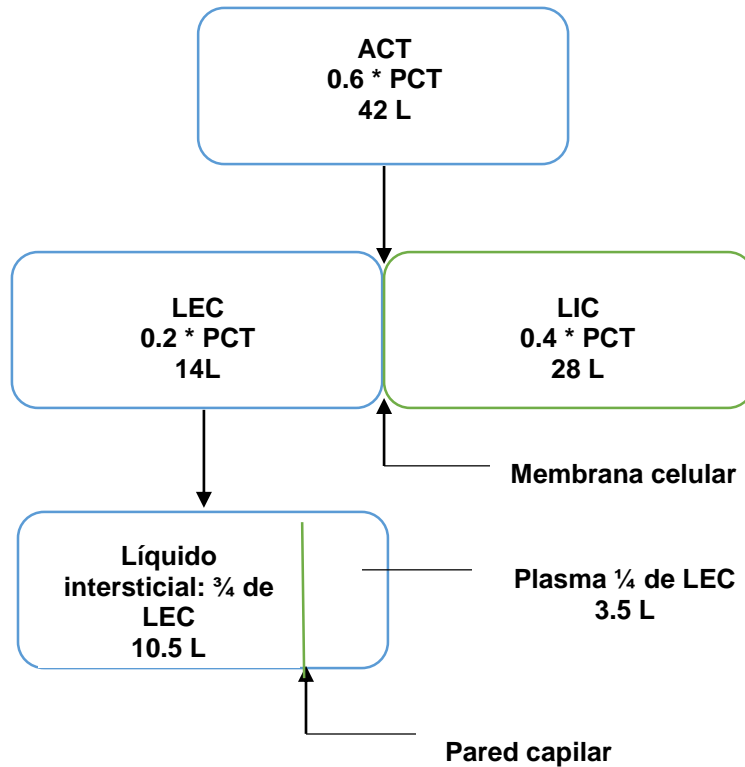


Figura 1. Distribución de agua corporal total en un hombre de 70 kg. (Adaptada a partir de Koeppe et al 2001 y Peniche et al 2011).

ACT: Agua Corporal Total; PCT: Peso Corporal Total; LEC: Líquido Extracelular; LIC: Líquido Intracelular.

1.3 Hidratación

La hidratación en el atleta es muy importante para el buen funcionamiento del cuerpo. El organismo puede ayunar durante varias semanas de aporte energético; sin embargo, el ayuno hídrico no puede superar las cuarenta y ocho horas sin provocar trastornos graves e incluso la muerte si se prolonga más allá de las setenta y dos horas (López, 2004).

En su artículo “ISSN Exercise & Sport Nutrition Review: Research & Recommendations” Kreider *et al* (2004), establecen que la mejor ayuda ergogénica para los deportistas es el agua. Aunado a esto, se debe considerar que los electrolitos y el agua deben estar en equilibrio, ya que un déficit de éstos provocaría desajustes en el cuerpo que no serían resueltos hasta su reposición (López, 2004).

Peniche *et al* (2011), analiza los *procesos y estados* relacionados con la hidratación. *Estado* se refiere a la forma en la que se encuentra el cuerpo en un momento determinado y *proceso* a la transición de un estado a otro. Los estados de hidratación se dividen en *euhidratación*, *hipohidratación* e *hiperhidratación*; *Euhidratación* se refiere al contenido de ACT “normal”, lo que equivale al 60% del PCT en hombres y al 50% en mujeres. Por otro lado, en el “Manual del entrenador” publicado por la CONADE, menciona que éste varía entre el 60% y 70% del PCT. Los términos *hipohidratación* e *hiperhidratación* se refieren a las deficiencias o excesos del contenido de agua corporal más allá de las fluctuaciones normales, respectivamente.

1.3.1 Electrolitos y absorción intestinal.

Además del agua para una correcta hidratación, es importante hablar de los electrolitos, quienes juegan un papel igual de importante dado que las células del organismo los requieren para permitir la entrada del líquido (Thibodeau, 2013).

Se puede definir que un *electrolito* es una sustancia que en solución conduce una corriente eléctrica. Las sales, los ácidos y las bases son electrolitos que normalmente se disocian en iones, ya sea en partículas con carga positiva (cationes) o negativa (aniones). Los principales cationes en el cuerpo son: sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg); y los principales aniones son el cloro y el bicarbonato. En general, los electrolitos pueden actuar en la membrana celular y generar una corriente eléctrica, como un impulso nervioso, intervienen en la

contracción muscular, así como en la activación de enzimas para controlar diversos procesos metabólicos (Peniche *et al*, 2011).

El Na es el principal electrolito presente en el LEC, mientras que el K se encuentra en una proporción mucho menor. Por el contrario, el K predomina en el LIC, con pequeñas concentraciones de Na. Para el cuerpo, es esencial mantener esta distribución de electrolitos para el mantenimiento de los gradientes químico y eléctrico que aseguren el buen funcionamiento celular y permitan la comunicación eléctrica a través del cuerpo (Peniche *et al*, 2011).

Thibodeau (2013) en su libro “Anatomía y fisiología”, establece que la deficiencia de electrolitos en el organismo hace que la homeostasis hídrica se vea alterada, al igual que otras funciones en el organismo.

En el siguiente cuadro, se observa el contenido de Na, K, Ca, Mg y Cl presentes en el LEC, LIC y el plasma.

Cuadro 3. Composición iónica (mmol/ L) de los compartimentos de agua corporal.

Ion	LEC	LIC	Plasma
Na	140	12	140 (135- 145)
K	5.1	150	4 (3.5- 4.6)
Ca	2.5	4	2.4 (2.1- 2.7)
Mg	0.4	34	0.8 (0.6- 1.0)
Cl	105	4	104 (98- 107)

Adaptado Italo et al, 1995 y Peniche et al, 2011.

Na: sodio; K: potasio; Ca: calcio; Mg: magnesio; LEC: Líquido Extracelular; LIC: Líquido Intracelular.

Es importante comprender cómo se absorbe el agua en el intestino, en donde se ven involucrados los electrolitos y otros compuestos, proceso que se describe a continuación. El agua entra al intestino por medio de un proceso llamado difusión pasiva, en el cual el agua sigue la gradiente osmótica y pasa de donde hay una

mayor a una menor concentración de solutos, pero ésta también sigue a la absorción activa de otros nutrientes, especialmente a la glucosa, la cual se transporta junto con el Na. Cuando se absorben la glucosa y el Na, estos solutos tienden a sustraer líquido y facilitar la absorción de agua del intestino a la circulación. Por lo tanto, la osmolalidad (cantidad de solutos disueltos en 1 kg de solvente) de la bebida y el flujo de solutos son los dos factores principales que gobiernan el transporte neto de agua en el intestino delgado (Peniche *et al*, 2011).

1.3.2 Hidratación en taekwondoínes.

La hidratación es esencial para un taekwondoín, ya que el agua ayuda a transportar los nutrientes al músculo, a la refrigeración del cuerpo, lubricación de las articulaciones y a la eliminación de desechos. Por ello, es importante que los atletas consuman suficiente cantidad de agua o bebidas deportivas durante el ejercicio para mantener el estado de hidratación (Morales, 2015 y Kreider, *et al*, 2004).

La American College of Sports Medicine (ACSM) establece que “el objetivo de la hidratación antes del ejercicio es iniciar la actividad física euhidratado y con niveles normales de electrolitos en plasma”, debido a que muchos atletas llegan deshidratados a su entrenamiento.

De igual forma, la ACSM recomienda iniciar la hidratación al menos 4 horas antes del ejercicio y consumir lentamente entre 5 a 7ml/kg de PCT. El consumo de bebidas con Na (20 a 50 meq/L) o alimentos salados ayudan a estimular la sed y retener los líquidos consumidos (Peniche *et al*, 2011).

Durante el ejercicio, se debe mantener el balance hídrico y prevenir la deshidratación, por lo tanto se recomienda que los atletas deben ingerir de 0.5 a 2L/h de líquidos para compensar la pérdida de peso. Esto requiere la ingesta de

entre 180 a 240 ml de agua fría o de bebidas deportivas cada 5 a 15 minutos durante el ejercicio (Kreider *et al*, 2004).

Las principales razones para tomar líquido durante el ejercicio son: llevar al mínimo la deshidratación y ser un medio para aportar energía (glucosa), lo que ayuda a aumentar el rendimiento. Con el objetivo de prevenir la deshidratación, se sugiere a los atletas de resistencia que sigan las señales asociadas con la sed durante el ejercicio para determinar la necesidad de beber. No se recomienda a los atletas que esperen hasta la aparición de la sensación de sed para beber líquidos porque, por lo general, un individuo presenta esta sensación hasta que se ha perdido una cantidad significativa de líquido por medio del sudor (Peniche *et al*, 2011, Glulet, 2015 y Kreider, *et al*, 2004).

En el caso de Morales (2015), dice que si los atletas se encuentran en la etapa de pre- competencia y deben perder peso, la bebida recomendada para la hidratación es el agua natural.

1.4 Deshidratación en taekwondoínes.

Peniche *et al* (2011), definen la deshidratación como el proceso de pérdida de agua corporal. Por otro lado, Herrero *et al* (2003) la define como la pérdida dinámica de ACT 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.

Las pérdidas de agua en el cuerpo ocurren principalmente por 4 vías: La piel (5 % en forma de sudor), las vías respiratorias (30 % como vapor de agua en el aire espirado), el tracto gastrointestinal (5% heces) y los riñones (60 % por medio de la orina) (Peniche *et. al*, 2011 y Juncos, 2013).

La deshidratación conlleva una reducción del volumen sanguíneo originando que la sangre se torne más espesa debido a que se provoca un aumento de la concentración de glóbulos rojos y de osmolaridad. Aumenta la viscosidad

sanguínea, disminuye el flujo sanguíneo que riega el cerebro y a los músculos debido a que el cuerpo trata de mantener el suministro de sangre a los músculos activos y los órganos vitales. Aumenta la frecuencia cardiaca a medida que el corazón se esfuerza por satisfacer la demanda. Sin embargo, pese a latir más rápido, el gasto cardiaco disminuye lo que reduce el flujo sanguíneo a la piel y disminuye la producción de sudor, por lo tanto de la tasa de sudoración, de tal modo que se afecta la pérdida de calor del cuerpo y se eleva la temperatura. Esto se ve especialmente afectado en deportistas ya que está relacionado con una disminución del rendimiento físico (López, 2004 y Peniche *et al*, 2011).

Entre los signos y síntomas de la deshidratación se encuentran los siguientes: sensación de sed, fatiga y calambres musculares, disminución del rendimiento, mareos, dolor de cabeza, boca seca, piel seca, ojos hundidos, respiración rápida, frecuencia cardiaca elevada y producción baja de orina. Peniche *et al* (2011), señalan que los efectos adversos de un consumo inadecuado de líquidos durante el ejercicio incluyen fallas en la regulación de la temperatura, la función cardiovascular y el metabolismo del músculo; aumenta el riesgo de lesiones, y puede poner en juego la salud e incluso la vida del deportista (Palacios *et al*, 2008).

Algunos autores aseguran que el incremento de agua en LEC detona la sensación de sed, lo cual protege a los atletas tanto de exceso de líquidos como de deshidratación severa. Aunque debido a los malos hábitos de hidratación que existen entre los deportistas, estudios han reportado que muchos atletas entrenan en condiciones de hipohidratación (Armstrong, 2014 y Cleary, 2012).

Como es el caso de los deportistas que practican TKD, así como otros deportes de combate, la deshidratación puede producirse por un aumento en las pérdidas de agua, por un menor aporte de líquidos o bien por una combinación de ambos factores al mismo tiempo (Herrero *et al*, 2003).

Estudios realizados por Krieder *et al* (2004) sugieren que las excesivas e inapropiadas técnicas de pérdida de peso (como pérdida de peso en saunas, el uso de trajes de plástico, dietas severas, vómito y el uso de diuréticos) son extremadamente peligrosas y deben ser prohibidas. En el TKD se practican muchas de estas técnicas de pérdida de peso, entre las más comunes se encuentra la deshidratación con el objetivo de entrar a una categoría de peso determinada. Un taekwondoín puede perder hasta 1 litro de agua en un entrenamiento y en algunos casos hasta 3 litros (Morales, 2015).

1.5 Rehidratación en taekwondoínes.

Peniche *et al*, (2011) definen la rehidratación como el proceso de recuperación de líquidos. Después de vaciarse del estómago, el líquido debe absorberse en el intestino para llegar a restaurar el volumen del plasma y el LIC y así completar el proceso de la rehidratación.

La ganancia de agua proviene del consumo de bebidas (60%) y alimentos (30%), así como la producción de agua metabólica (10%) (Peniche *et al*, 2011 y Juncos, 2013).

La ACSM establece que los individuos que buscan alcanzar una recuperación rápida y completa después de la deshidratación deben consumir aproximadamente 1.5 L de líquido por cada kilogramo de PCT perdido. Por otro lado, Kreider *et al* (2004), recomiendan que los atletas deben consumir 3 tazas de agua por cada libra perdida durante el ejercicio para poder llevar a cabo una rehidratación adecuada.

Es necesario que la bebida aporte suficientes cantidades de Na porque de lo contrario el consumo de un mayor volumen de líquido sólo resulta en una mayor producción de orina (Peniche *et al*, 2011). Para llevar a cabo una correcta rehidratación es recomendable ingerir suficiente líquido y electrolitos para recuperar

las pérdidas. Maughan *et al* (2001) observaron que la rehidratación puede llevarse a cabo mediante el consumo de agua natural si se consume un volumen suficiente acompañado de ingerir alimentos que aporten cantidades significativas de electrolitos, especialmente de sodio.

La reposición de Na es importante, dado que permite expandir el espacio extracelular y mantener la osmolalidad y la concentración de sodio (Peniche *et al*, 2011).

1.6 Hiponatremia asociada con el ejercicio.

Peniche *et al* (2011) definen que la hiponatremia asociada con el ejercicio (HAE) es la que ocurre durante o hasta 24 h después de la actividad física prolongada y se define como una concentración de Na en plasma por debajo de los límites de referencia normales ($< 135\text{mmol/L}$ para la mayoría de los laboratorios).

Se considera una HAE sintomática cuando la HAE se presenta con signos y síntomas como confusión, desorientación, dolor de cabeza, náusea, vómito y debilidad muscular (concentraciones de Na $< 125\text{ mmol/L}$). Las complicaciones de hiponatremia grave con inflamación cerebral, convulsiones, coma, edema pulmonar y colapso respiratorio (Peniche *et al*, 2011).

Las causas están vinculadas con 4 aspectos diferentes: aumento del ACT (por un consumo excesivo de líquidos), disminución de la producción de orina (debido al ejercicio y la exposición al calor), pérdidas de Na (por altas tasas de sudoración y alta concentración de Na en sudor) y consumo inadecuado de Na (consecuencia de una dieta baja en Na o un consumo inadecuado del mismo durante el ejercicio) (Peniche *et al*, 2011).

Para evitar la HAE, se recomienda beber suficiente agua para permanecer hidratado, pero no sobrehidratarse, mantener una dieta salada y preferir las bebidas deportivas (Peniche *et al*, 2011).

1.7 Tipos de bebidas.

Existen bebidas hipotónicas, isotónicas e hipertónicas. Las bebidas hipotónicas de glucosa y Na, como el agua natural, favorecen el transporte de agua en el intestino y a la circulación por ósmosis facilitado por el cotransporte de glucosa y Na. Las isotónicas, como las bebidas deportivas, también pueden absorberse rápidamente en el intestino, además de que aportan una mayor cantidad de energía que las hipotónicas (Peniche *et al*, 2011).

Las soluciones hipertónicas promueven la secreción de agua dentro de la luz del intestino, lo que da como resultado una pérdida de agua temporal del cuerpo, debido a que el flujo osmótico cambia de dirección y sale líquido de la circulación hacia el intestino para tratar de igualar la concentración con respecto al plasma, lo cual puede ocasionar malestar gastrointestinal, mayor deshidratación en un inicio y toma más tiempo que el líquido entre al sistema circulatorio para compensar las pérdidas. Algunos ejemplos de bebidas hipertónicas son las bebidas energéticas, jugos naturales o industrializados, o refrescos; que debido a la gran cantidad de azúcar que contienen, no se recomiendan para la hidratación durante el ejercicio (Peniche *et al*, 2011).

Bebidas deportivas

Las bebidas deportivas, o bebidas isotónicas, están destinadas a suministrar energía, reponer las pérdidas de agua, electrolitos, sales minerales tras esfuerzos físicos de más de una hora de duración, para mantener el equilibrio metabólico suministrando fuentes de energía y de rápida absorción, debido que tras realizar actividad física extenuante el cuerpo pierde líquido, electrolitos; disminuye la glucosa en sangre y el glucógeno (Hidratacion.galeon.com, s.f. y Consumer, 2004).

Los principales componentes de una bebida deportiva son el agua, hidratos de carbono (HCO) y electrolitos. Éstas ayudan a reponer líquidos, electrolitos (Na y

Cl principalmente) y energía por la glucosa contenida en éstas bebidas, son eficaces para después de un entrenamiento más si el ejercicio fue intenso en un ambiente caluroso. Ingerirlas antes y durante del ejercicio o la competencia, ayudan a mantener los niveles de fluidos y energía, retrasar la fatiga y mejorar el rendimiento; consumidas después de la actividad, aceleran la recuperación (Peniche *et al*, 2011, Morales, 2015 y Consumer, 2004).

Las bebidas isotónicas contienen azúcares y sales minerales a la misma presión osmótica que la sangre. Por su composición, este líquido sale del estómago, pasa al intestino donde es absorbido y de ahí llega al torrente sanguíneo sin dificultad, lo que favorece la rápida asimilación de sus constituyentes. Su sabor y contenido de Na llevan a beber más, en comparación con el agua natural y ayudan a mantener el balance de líquidos (Consumer, 2004 y Peniche *et al*, 2011).

Los HCO contenidos en estas bebidas ayudan a que el deportista tenga beneficios en el rendimiento en eventos deportivos. Brindan energía a los músculos y al cerebro, además contribuyen a la palatabilidad de las bebidas deportivas, mientras que el Na añadido reduce las pérdidas de orina antes de la competencia (Sports Dietitians Australia, 2009).

Durante el ejercicio intenso se recomienda consumir entre 10-15 oz. de líquidos que contengan una combinación de HCO y electrolitos que proporcionen entre 6 y 8 % de HCO (6- 8 g de HCO/100 ml de líquido) cada 15 a 20 minutos para mantener los niveles de glucosa. El porcentaje de HCO no debe exceder del 8%, debido a que las altas concentraciones de HCO promueven el vaciamiento gástrico durante el ejercicio (Kreider *et al*, 2004, Peniche *et al*, 2011 y Sports Dietitians Australia, 2009).

Los electrolitos en estas bebidas incluyen al Na y el K. Las bebidas con Na tienen beneficios; por ejemplo, pueden fomentar la ingesta de líquidos por la activación del mecanismo de sed, lo que previene la deshidratación. El Na

incrementa la absorción y retención de fluidos. Cabe destacar que estas bebidas no son adecuadas cuando la rehidratación es crucial para rendimiento posterior, es decir, debe reemplazar un déficit de líquido en un corto período de tiempo (Sports Dietitians Australia, 2009).

Por último, éstas son recomendadas por su contenido de Na, el cual ayuda a que el líquido se conserve dentro del organismo y se excrete en menor proporción respecto de cuando sólo se consume agua natural. Sin embargo, no son suficientes para la recuperación si tan sólo se utilizan bebidas en el proceso de rehidratación. Se recomienda a los deportistas consumir otras fuentes de Na (provenientes de los alimentos) para una correcta rehidratación (Peniche *et al*, 2011).

Agua de coco.

El agua de coco es el jugo del endosperma encontrada dentro de la cavidad del coco. Es una solución isotónica natural que contiene electrolitos (Na, K, Cl, P), 4% de HCO (azúcares solubles), 0.1% de grasas (aceites), vitaminas (A, B1, B2, B5, C), minerales (Mg, 0.02% Ca, 0.01% P, 0.5% de Fe) y un poco de proteínas. Tiene un muy bajo contenido de energía. Los principales azúcares contenidos son la sacarosa, sorbitol, glucosa y fructosa (Vigliar *et al*, 2006 y Prades *et al*, 2012).

El agua de coco es considerada una “bebida diurética” por lo que no se recomienda su consumo para la rehidratación. Sin embargo en estudios realizados se observó que al tener un alto contenido en K, se elimina en menor proporción que el agua natural, y tanto como bebida deportiva, en un periodo de 3 horas después de su consumo, en sujetos deshidratados de forma previa después de una sesión de ejercicio en el calor (Peniche *et al*, 2011).

En algunos países, el agua de coco es utilizada como una solución de hidratación oral como parte de la dieta diaria y como suplemento proteínico cuando hay deficiencias nutricias graves (Vigliar *et al*, 2006).

Las características nutrimentales del agua de coco hacen que sea una bebida refrescante y adecuada para la rehidratación después del ejercicio. Su baja acidez combinada con su buen balance en azúcares y su composición isotónica mineral, la hacen una bebida potencial de rehidratación para todos los individuos así como para deportistas (Prades *et al*, 2012).

La Revista Mexicana de Pediatría publicó un estudio realizado con agua de coco como solución alternativa en la terapia de rehidratación oral por deshidratación causada por diarrea. Se mostró que la concentración de Na en el agua de coco es de 12.5 mmol por litro. El aporte de K fue mayor en los niños que recibieron agua de coco, así como las manifestaciones de hipocaliemia fueron menos frecuentes y mantuvieron un mejor estado general. La concentración de glucosa en el agua de coco oscila entre 100 y 139 mmol/L. La osmolalidad del agua de coco oscila entre 255 y 333 m Osm/kg H₂O, siendo semejante a la del contenido intestinal que varía entre 210 y 330 m Osm/kg H₂O. Esta similitud facilita su absorción, reduciendo la posibilidad de diarreas osmóticas asociadas al uso de la solución salina de ese estudio.

Otros estudios revelaron que las elevadas concentraciones de K contenidas en el agua de coco hacen suponer que su ingesta puede reponer ese electrolito. Se ha encontrado que su consumo diario puede ser usado para prevenir deficiencias nutricionales de Ca y Mg (Vigliar *et al*, 2006).

Agua natural.

De acuerdo a su libro “Nutrición aplicada al deporte”, Peniche *et al* (2011) señalan que el agua es el líquido universal y es la bebida más disponible. El agua debe ser el líquido principal para cubrir las necesidades hídricas diarias y puede ser una buena bebida en contextos de ejercicio. Sin embargo, diluye los niveles de Na en sangre y por consecuencia inhibe el mecanismo de la sed. Por otro lado, su naturaleza insípida vuelve complicado el ingerir lo suficiente para que una persona

que realiza actividad física se encuentre euhidratada. Además el agua no ayuda a reponer electrolitos ni aporta energía.

1.8 Relación hidratación con rendimiento físico.

En muchos estudios se menciona la hidratación que deben llevar los atletas y el límite de pérdida del PCT en forma de sudor que no debe rebasar cualquier deportista durante el entrenamiento. Entre ellos, la NATA establece que la meta de consumir líquido durante el ejercicio es prevenir la deshidratación excesiva y evitar las pérdidas de peso mayores al 2% del PCT, así como los cambios drásticos en el balance de electrolitos, lo que compromete el rendimiento físico.

Peniche *et al* (2011) mencionan que además de decrecer el rendimiento aeróbico, la deshidratación mayor de 2% del PCT reduce el rendimiento cognitivo/mental en ambientes con temperaturas templadas a cálidas.

La deshidratación reduce el rendimiento en el ejercicio de resistencia a través de varios mecanismos que se interrelacionan como el aumento de la tensión cardiovascular debido a la hipertermia y la reducción del volumen sanguíneo, así como los efectos directos de la hipertermia sobre el metabolismo del músculo y la función neurológica. Como ya se mencionó anteriormente, la deshidratación y la hipertermia tienen un gran efecto en la reducción del volumen- latido y el flujo de sangre al músculo, lo cual limita el aporte de oxígeno a los músculos que se ejercitan. Se ha observado que la deshidratación incrementa o deteriora el uso del glucógeno muscular durante el ejercicio continuo, lo que afecta también el rendimiento físico (Peniche *et al*, 2011).

Fernández *et al* (2014), mencionan que otros efectos adversos de la deshidratación sobre el rendimiento físico incluyen el incremento en la temperatura central lo cual induce fatiga del Sistema Nervioso Central (SNC), y la pérdida de eficacia del sistema metabólico ácido buffer; además que pueden comprometer el

rendimiento físico y la salud de atletas que llevan a cabo su entrenamiento y competencias en climas calientes o aquellos involucrados en deportes Olímpicos de control de peso (por ejemplo, lucha, box, judo, TKD y halterofilia). En estos deportes es muy común utilizar el método de deshidratación para la pérdida de peso antes de una competencia, lo que ha demostrado que éste método afecta el rendimiento en las competencias de box y de pelea. Si la pérdida de peso se recupera rápidamente los efectos sobre el rendimiento no son evidentes (Fernández *et al*, 2014).

Sin embargo en climas fríos, la deshidratación tiene poca influencia en la disminución del rendimiento en el ejercicio aeróbico, aun con pérdidas de 3% del PCT. Es probable que la deshidratación (entre 3 a 5% del PCT) no reduzca la fuerza muscular ni el rendimiento anaeróbico (Peniche *et al*, 2011).

Los dos factores que han demostrado que contribuyen a la fatiga durante el ejercicio físico son la disminución de HCO almacenados en forma de glucógeno en el cuerpo y la deshidratación por la pérdida de agua en forma de sudor y electrolitos. (Palacios *et al*, 2008)

Cabe mencionar que cuando los deportistas han perdido más del 4% del PCT durante el ejercicio puede provocar golpe de calor, agotamiento y posiblemente la muerte (Kreider *et al*, 2004).

Por otro lado Glulet (2015), en su meta-análisis “Efecto de la Deshidratación Inducida por el Ejercicio sobre el Rendimiento de Resistencia: Evaluación del Impacto de los Protocolos de Ejercicio sobre los Resultados Mediante un Procedimiento de Meta-Análisis” concluye que la regla de pérdida de PCT de 2% no se puede aplicar a los eventos de ejercicio del mundo real y que bajo condiciones de ejercicio, una deshidratación inducida por ejercicio de hasta 4% del PCT no perjudica el rendimiento de resistencia (en actividades del tipo de una prueba contrarreloj).

De igual manera, se ha demostrado que niveles más altos de deshidratación, pérdida el entre 4 y 5 % del PCT, se ha reportado que hay un incremento en el riesgo de insolación. A partir de un 8% de pérdida de peso por deshidratación ocurren situaciones patológicas como el golpe de calor (López, 2004).

A continuación se describe en el Cuadro 4 la relación entre el porcentaje de pérdida de agua con el performance o rendimiento físico del atleta.

Cuadro 4. Relación de porcentaje de pérdida de agua con el performance físico

PÉRDIDAS DE AGUA (% DEL PCT)	PERFORMANCE FÍSICO
0%	Rendimiento óptimo, la temperatura se mantiene bien regulada.
1%	Primeros síntomas de Sed, la regulación de la temperatura se altera, el rendimiento decae poco.
< 2%	Disminuye capacidad termorreguladora
2-4 %	Disminuye resistencia muscular
4-6 %	Disminuye fuerza muscular, calambres
> 6%	Golpe de calor, coma, muerte

Adaptado de López Gimeno, 1989 y Morales, S., 2015.

PCT: Peso corporal total; % Porcentaje.