



Agua e hidratación: Bases fisiológicas en Adultos



WWW.H4HINITIATIVE.COM THE HYDRATION AND HEALTH WEBSITE
For healthcare professionals, scientists and academic researchers



Índice

Introducción.....	2
I. El agua en el cuerpo humano: contenido y distribución.....	3
I.1. Contenido de agua en el cuerpo humano.....	3
I.1.1. Contenido total de agua en el cuerpo.....	3
I.1.2. Contenido en agua de los distintos órganos.....	3
I.1.3. Distribución entre los compartimentos del cuerpo.....	4
I.2. Absorción y distribución del agua en el cuerpo.....	5
II. Equilibrio hídrico corporal.....	7
II.1. Pérdidas de líquidos corporales.....	7
II.1.1. Pérdidas de agua insensibles.....	7
II.1.2. Pérdidas de agua por las heces.....	7
II.1.3. Producción de sudor.....	8
II.1.4. Pérdidas de agua por la orina.....	10
II.2. Aporte de agua al cuerpo.....	13
II.2.1. Producción de agua metabólica.....	13
II.2.2. Ingesta dietética.....	13
II.3. La regulación y el mantenimiento del equilibrio hídrico corporal.....	14
II.3.1. Regulación de la ingesta de líquidos: sed fisiológica, factores sociales y medioambientales..	14
II.3.2. Regulación de la excreción del agua por los riñones.....	15
II.3.3. Disminución del equilibrio hídrico corporal: deshidratación e hiponatremia.....	17
III. Recomendaciones sobre la ingesta diaria de agua.....	19
Conclusión.....	21
Referencias bibliográficas.....	22

Agua e hidratación: Bases fisiológicas en Adultos

Introducción

El agua, que constituye de media el 60% del peso corporal, es el mayor componente del cuerpo humano. Es fundamental para vivir y no podemos vivir más de unos días sin ella.

El agua desempeña múltiples funciones en el cuerpo: con ella se construyen las células y fluidos corporales; actúa como medio de reacción, como disolvente y como reactivo. Además, es la encargada de transportar los nutrientes y ayuda a eliminar los residuos corporales a través de la orina. Es fundamental para controlar la temperatura corporal mediante la evaporación del sudor.

El presente documento tiene como fin revisar las pruebas científicas actuales sobre la fisiología de la hidratación, centrándose en los adultos, que representan a la mayoría de la población. Especifica el contenido, la absorción y la distribución del agua en el cuerpo humano, revisa el origen de la pérdida de líquidos y el aporte de agua, así como la regulación del equilibrio hídrico en el cuerpo. Por último, presenta las principales recomendaciones sobre la ingesta diaria de agua.

I. El agua en el cuerpo humano: contenido y distribución

El agua es el principal componente del cuerpo humano; se distribuye por todo el cuerpo, en todos los órganos, dentro de las células y entre ellas.

I.1 Contenido de agua en el cuerpo humano

I.1.1. Contenido total de agua en el cuerpo

El agua representa de media el 60% del peso corporal en los hombres adultos, y el 50-55% en las mujeres (EFSA 2010; IOM 2004). Esto significa que, en un hombre de peso medio (70 kg), el contenido de agua corporal es de unos 42 litros.

Este valor medio varía entre individuos, principalmente por las diferencias que existen en la composición del cuerpo: mientras que el contenido de agua en la masa corporal magra es constante en los mamíferos, con un 73%, los tejidos adiposos (la grasa corporal) tienen sólo un 10% de agua (Peronnet et al. 2012; Sawka et al. 2005; Wang et al. 1999). Así pues, la masa relativa a la grasa corporal influye directamente en la cantidad total de agua del cuerpo. Esto explica la influencia de la edad, el sexo y la forma física en el contenido total de agua en el cuerpo: las mujeres y las personas mayores tienen un menor contenido total de agua en el cuerpo, debido a que su proporción de masa magra es menor. En cambio, los atletas tienen un contenido total de agua corporal relativamente alto (IOM 2004; Marieb y Hoehn 2007; Watson et al. 1980).

I.1.2. Contenido en agua de los distintos órganos

El agua se distribuye por el cuerpo y los órganos. El contenido en agua de los distintos órganos depende de su composición y varía desde un 83% en la sangre hasta sólo un 10% en los tejidos adiposos (Figura 1).

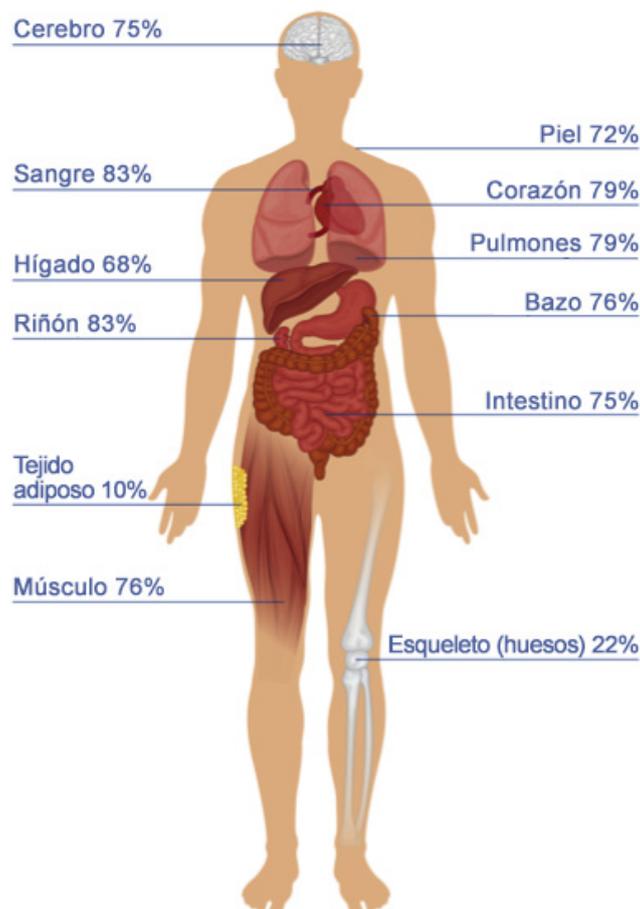


Figura 1. Composición en agua de los tejidos y órganos por peso.

Adaptado de Pivarnik y Palmer 1994.

I.1.3. Distribución entre los compartimentos del cuerpo

El agua se distribuye por el cuerpo entre dos compartimientos principales: intracelular y extracelular. El compartimiento intracelular es el mayor, y representa aproximadamente dos tercios del agua corporal. El compartimiento extracelular, que representa aproximadamente un tercio del agua corporal, incluye el líquido plasmático y el líquido intersticial (Armstrong 2005; Marieb y Hoehn 2007) (Figura 2). El líquido plasmático y el líquido intersticial tienen una composición electrolítica similar, donde los iones más abundantes son el sodio y el cloruro (IOM 2004; Marieb y Hoehn 2007; Robertson y Berl 1996).

También contienen agua otros compartimientos, tales como la linfa, el líquido ocular y el líquido cefalorraquídeo, por ejemplo. Estos compartimientos componen un volumen relativamente pequeño de agua, y suele considerarse que forman parte del líquido intersticial (Marieb y Hoehn 2007).

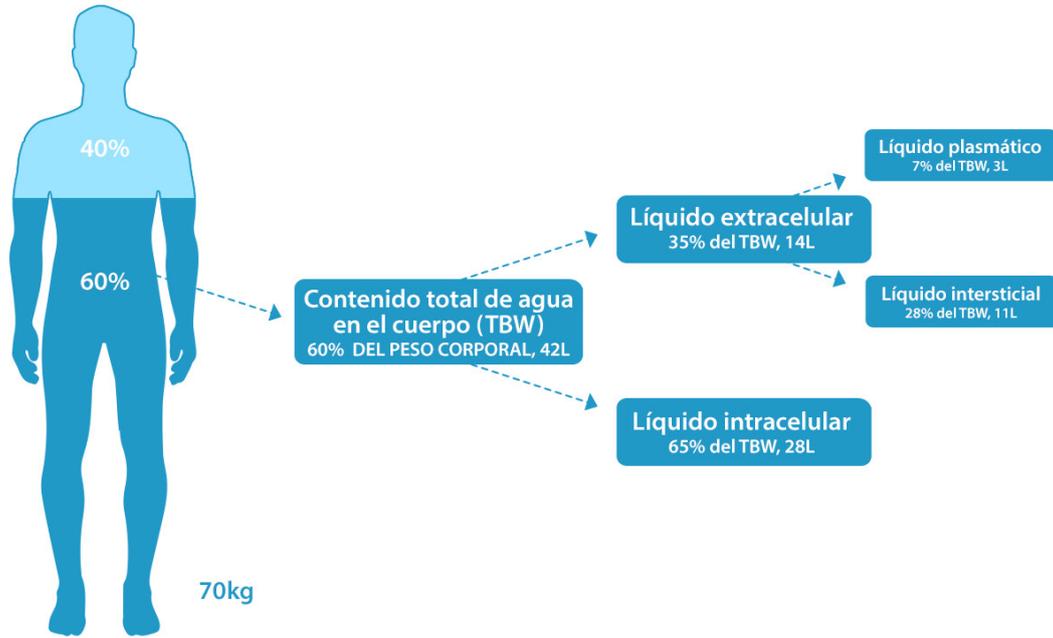


Figura 2. Distribución del contenido total de agua en el cuerpo entre compartimentos.

I.2. Absorción y distribución del agua en el cuerpo

Tras ser ingerida, el agua es absorbida por el tracto gastrointestinal. Entra en el sistema vascular, va a los espacios intersticiales, y es transportada a cada célula (Figura 3). El agua intracelular supone el 65% del contenido total de agua en el cuerpo.

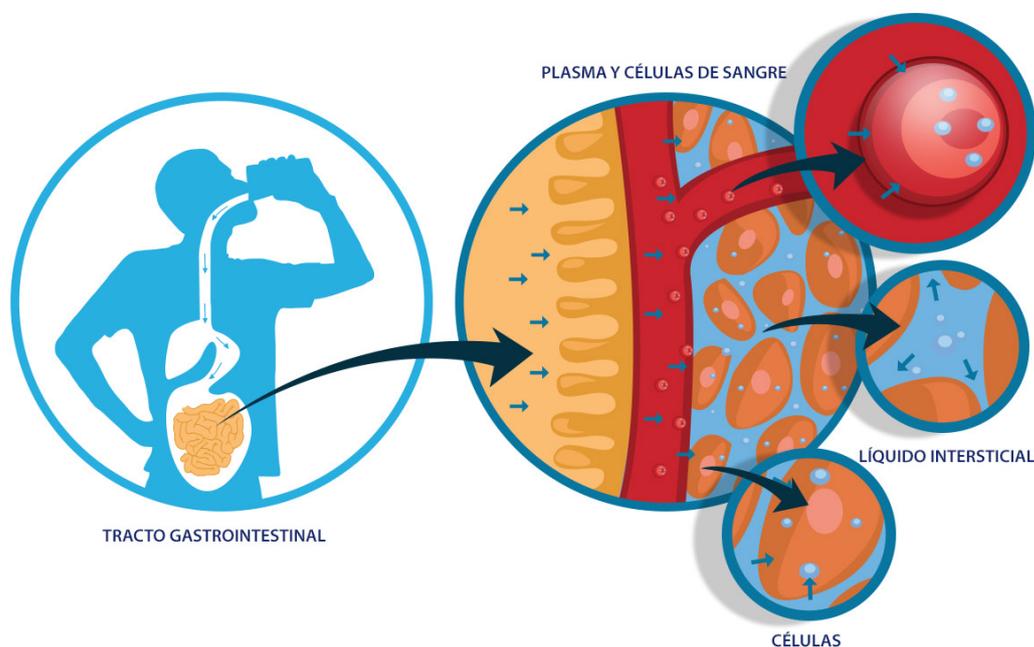


Figura 3. El viaje del agua desde la ingestión hasta las células.

Después de pasar por el estómago, el agua es absorbida principalmente en los primeros segmentos del intestino delgado, el duodeno y el yeyuno. Una pequeña parte de toda la absorción de agua se produce en el estómago y el colon (Shaffer y Thomson 1994): el intestino delgado absorbe 6,5L/día, mientras que el colon absorbe 1,3L/día. Estas cantidades corresponden al agua ingerida a diario, además del agua producida por las secreciones de las glándulas salivales, el estómago, el páncreas, el hígado y el propio intestino delgado (Zhang et al. 1996). El proceso de absorción es muy rápido: un estudio publicado recientemente demostraba que el agua ingerida aparece en el plasma y las células de la sangre tan sólo cinco minutos después de ser ingerida (Peronnet et al. 2012).

El agua pasa desde el lumen intestinal al plasma principalmente mediante un transporte pasivo, regulado por gradientes osmóticos. A continuación, las moléculas de agua son transportadas por la circulación sanguínea para ser distribuidas por todo el cuerpo, a los líquidos intersticiales y a las células.

El agua se mueve libremente por el compartimento intersticial y se desplaza a través de las membranas de las células por unos canales específicos de agua, las acuaporinas. Los intercambios de líquidos entre compartimentos están regulados por presión osmótica e hidrostática, y flujos de agua de acuerdo con los cambios en la osmolaridad de los líquidos extracelulares (Marieb y Hoehn 2007).

La reserva de agua corporal se renueva a una velocidad que depende de la cantidad de agua ingerida: cuanto más bebe una persona, más rápido se renueva el agua corporal. Para un hombre que beba 2 L de agua al día, una molécula de agua permanece en el cuerpo 10 días de media, y el 99% de la reserva de agua corporal se renueva en 50 días (Peronnet et al. 2012).

La renovación del agua corporal es determinada por el agua ingerida, que reemplaza las pérdidas constantes que afronta el cuerpo. Esto permite mantener el equilibrio hídrico corporal.

PRINCIPALES CONCLUSIONES

El agua representa de media el 60% del peso corporal en hombres adultos. Sin embargo, este porcentaje se reduce según la masa corporal magra.

-

La mayoría de los órganos y tejidos contiene más de un 70% de agua: la sangre y los riñones se componen en un 83% de agua, y los músculos, en un 76%. Sin embargo, el tejido adiposo contiene sólo un 10% de agua.

-

Dos tercios del agua corporal corresponden a líquido intracelular. El líquido extracelular consta de plasma y líquidos intersticiales.

-

El agua ingerida es absorbida principalmente por el intestino delgado. Aparece en la sangre sólo cinco minutos después de su ingestión.

-

La reserva de agua corporal se renueva a una velocidad que depende de la cantidad de agua ingerida. Para un hombre que beba 2 L de agua al día, una molécula de agua permanece en el cuerpo 10 días de media, y el 99% de las reservas de agua corporal se renueva en 50 días.

II. Equilibrio hídrico corporal

Con una temperatura ambiente moderada y un nivel de actividad moderado, el agua corporal permanece relativamente constante. El equilibrio hídrico corporal, definido como la diferencia neta entre la suma de la ingesta de agua más la producción endógena de agua, menos la suma de las pérdidas (EFSA 2010), está rigurosamente controlada para responder a los cambios de consumo y las pérdidas y mantener la homeostasis (Grandjean y Campbell 2004).

Las pérdidas de agua se producen principalmente a través de la orina, el sudor, pérdidas insensibles (piel y pulmones) y las heces. La producción de agua metabólica compensa sólo una pequeña parte de estas pérdidas, que por lo tanto deben compensarse mediante la ingesta de alimentos y líquidos en la dieta para alcanzar el equilibrio hídrico (EFSA 2010).

II.1. Pérdidas de líquidos corporales

Las principales fuentes de pérdida de agua del cuerpo son la orina y el sudor. Estas pérdidas varían considerablemente en función del consumo de líquidos, la dieta, la actividad física y la temperatura. El cuerpo también pierde agua insensiblemente a través de la piel, los pulmones (respiración), y las heces (EFSA 2010).

II.1.1. Pérdidas de agua insensibles

Las pérdidas de agua insensibles, así denominadas porque el individuo no suele percibir las, incluyen el agua que se pierde por la evaporación en la piel y por la respiración (Sherwood 2010).

La difusión de agua a la epidermis es esencial para el funcionamiento normal de la piel, puesto que este proceso fisiológico permite hidratar las capas superficiales de la piel. Esto genera al final una evaporación de agua en la superficie de la piel (Verdier-Sevrain y Bonte 2007). En los adultos, la difusión insensible a través de la piel representa aproximadamente 450 mL/d. Esta cifra varía según la temperatura ambiente, la humedad, las corrientes de aire o la ropa (EFSA 2010).

Asimismo, se pierde agua por evaporación a través de los pulmones, al respirar. En las personas sedentarias, esta pérdida supone aproximadamente 250 - 300 mL/día. Aumenta con el nivel de actividad física, con el aumento del volumen de ventilación: las personas activas al nivel del mar presentan unas pérdidas por la respiración de unos 500 - 600 mL/día. Esta pérdida de agua también aumenta con la altitud, especialmente cuando la temperatura y la humedad son bajas (EFSA 2010; Grandjean et al. 2003). Las pérdidas por la respiración son aproximadamente equivalentes a la producción de agua metabólica con independencia del nivel de actividad física (Hoyt 1996) (véase también el capítulo II.2.1).

II.1.2. Pérdidas de agua por las heces

Las pérdidas de agua por las heces son relativamente bajas en adultos sanos, aproximadamente 200 mL/d en condiciones normales (EFSA 2010). Esta cantidad puede aumentar radicalmente en caso de diarrea, entre 5 y 8 veces más de lo normal en lactantes (Fomon 1993).

II.1.3. Producción de sudor

La producción de sudor es muy variable: es baja en las personas sedentarias expuestas a una temperatura moderada, pero puede llegar a ser de varios litros al día durante una actividad física intensa, a temperatura ambiente alta y/o con un alto grado de humedad ambiental (EFSA 2010). El cuerpo adapta la producción de sudor para mantener la temperatura corporal (Powers y Howley 1997).

El sudor es producido en la dermis por las glándulas sudoríparas. Viene del agua intersticial y es filtrado en profundidad por el túbulo de la glándula sudorípara tubular antes de ser reabsorbido distalmente (Figura 4). El sudor suele estar compuesto en un 99% de agua, con un pH entre 5 y 7. Contiene aproximadamente un 0,5% de minerales (potasio y cloruro de sodio) y un 0,5% de sustancias orgánicas (urea, ácido láctico) (Montain et al. 2007).

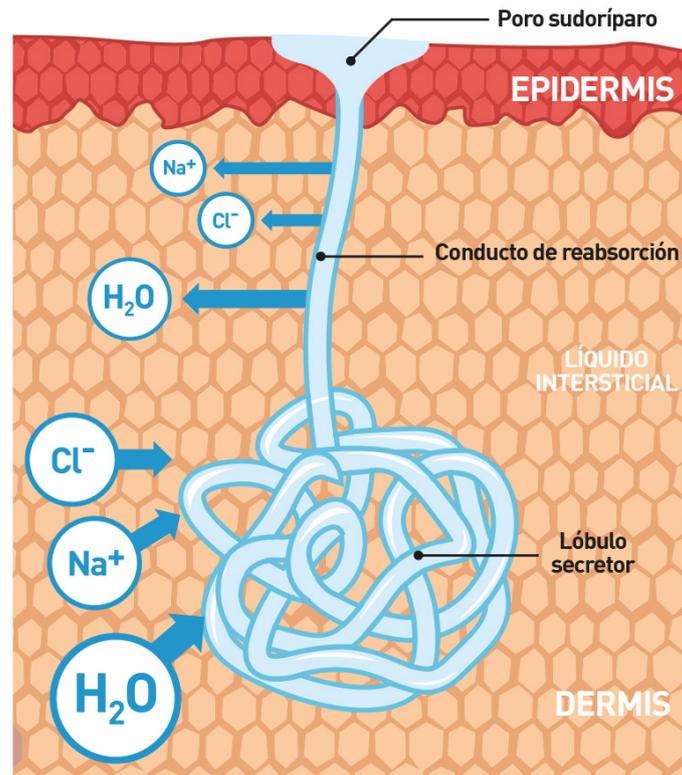


Figura 4. Producción de sudor por las glándulas sudoríparas.

El sudor es el principal mecanismo termorregulador en las personas activas. Durante la actividad física, por ejemplo, la eficiencia metabólica de los músculos es de aproximadamente un 20%, y liberan un 80% de energía en forma de calor (Powers y Howley 1997). La evaporación del sudor es, en este proceso, especialmente eficiente: la evaporación de 1 litro de sudor a 30 °C genera una pérdida de 580 kcal en forma de calor (Wenger 1972).

Sin embargo, la evaporación del sudor se ve influida por diversos factores tales como la temperatura, la humedad, las corrientes de aire, la intensidad del sol y la ropa (EFSA 2010). Cuanto mayor sea la humedad, menos sudor se evaporará y por lo tanto enfriará el cuerpo (Powers y Howley 1997). El uso de prendas impermeables, que no permiten la evaporación del sudor, aumenta la pérdida de sudor e impide que el cuerpo se enfríe (Havenith et al. 2008). En cambio, las corrientes convectivas alrededor del cuerpo contribuyen a la evaporación del sudor (Powers y Howley 1997).

La producción de sudor durante la actividad física puede variar mucho según algunos factores tales como el deporte practicado y su intensidad (entrenamiento o competición), así como factores personales y medioambientales. El índice de sudor varía en un rango de unos 0,3 a 2,6 L/h (Sawka et al. 2007). En la **Tabla 1** se incluyen algunos ejemplos de índices de sudor relativos a varones que practican distintos deportes.

Deporte	Intensidad	Temperatura ambiente (°C)	Índice de sudor aproximado (L/h)
Footing	Moderada	22	1.41
Ciclismo	Moderada	20	1.1
Fútbol	Entrenamiento	25	1.0
Baloncesto	Entrenamiento	24	1.0
Waterpolo	Entrenamiento	27	0.3

Tabla 1. Índice de sudor aproximado en varones que practican distintos deportes.

Adaptado de Rehrer y Burke 1996.

Así pues, las pérdidas de sudor pueden tener un impacto importante en el equilibrio hídrico, y la ingesta de agua deberá adaptarse según las actividades y las pérdidas de sudor consiguientes (Armstrong 2007).

II.1.4. Pérdidas de agua por la orina

Cuantitativamente, las pérdidas de agua por la orina suelen representar la mayor pérdida de agua en adultos sanos que no practican ejercicio. No obstante, el volumen de orina puede variar considerablemente, de unos 500 mL a varios litros al día (EFSA 2010). La mayoría de las demás pérdidas de agua no están reguladas y se producen con independencia del estado de los líquidos del cuerpo; las ingestas también están parcialmente reguladas. En cambio, el volumen de orina está muy controlado y sirve para regular estrictamente el equilibrio de los líquidos en el cuerpo (véase el capítulo II.3), además de desempeñar su otra función de excreción de residuos solutos.

De hecho, la orina es el resultado de las dos principales funciones de los riñones; la excreción de los residuos solutos y la regulación de los volúmenes de líquidos corporales. En la mayoría de los casos, estas funciones pueden realizarse independientemente: por ejemplo si hay un gran volumen de agua que eliminar, no habrá cambios sustanciales en la cantidad de la carga total de solutos que deba excretarse. Esto se basa en la capacidad de los riñones para producir una concentración de orina muy variada, de 50 mOsm/L a 1200 mOsm/L (Brenner y Rector 2008). Esta osmolaridad máxima de la orina constituye un límite por encima del cual ambas funciones de los riñones ya no pueden coexistir: define un volumen mínimo obligatorio estrictamente necesario para excretar la carga de solutos, cualquiera que sea el estado del equilibrio hídrico del cuerpo. La mayor parte de la carga de insolutos eliminada por los riñones viene de los alimentos ingeridos, como tales (por ejemplo, minerales) o como resultado del metabolismo (por ejemplo, urea). Por ejemplo, en una dieta que contenga 650 mOsm, el volumen de orina mínimo obligatorio será de 500 mL, si los riñones están a su máxima capacidad de concentración (EFSA 2010). El agua eliminada por encima de este volumen mínimo obligatorio es el exceso de agua eliminado durante la regulación del equilibrio hídrico. La siguiente tabla (Tabla 2) indica el volumen de orina que debe excretarse según la carga de solutos y la osmolaridad de la orina.

		Osmolaridad de la orina (mOsmol/L)				
		300	500	800	1200	1400
Carga de solutos (mOsmol)	400	1,3	0,8	0,5	0,3	0,3
	600	2,0	1,2	0,8	0,5	0,4
	800	2,7	1,6	1,0	0,7	0,6
	1000	3,3	2,0	1,3	0,8	0,7
	1200	4,0	2,4	1,5	1,0	0,9

Tabla 2. Volumen de orina (Uvol, L) en función de la carga de solutos que debe excretarse y la osmolaridad de la orina.

$$Uvol = SL/Uosm$$

La determinación de una osmolaridad de la orina deseable es, por lo tanto, un elemento fundamental para determinar el volumen de orina deseable y, como consecuencia, la ingesta adecuada. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) fue la primera agencia que integró este parámetro para establecer la ingesta adecuada de agua, considerando que una osmolaridad de la orina deseable es de 500 mOsmol/L. Considerando una dieta típica de 1600 mOsmol/día para hombres y 1000 mOsmol/día para mujeres, la EFSA sugiere que los hombres necesitarían un volumen de orina de 2,0 L/día y las mujeres, de 1,6 L/día (EFSA 2010). Estos valores están muy lejos del volumen de orina mínimo (y, por lo tanto, del volumen mínimo de ingesta de líquidos) requerido para la excreción de los residuos metabólicos. La hipótesis de que la osmolaridad de la orina deseable pudiera ser inferior a la capacidad de concentración de los riñones también está respaldada por los resultados observacionales que sugieren que unos grandes volúmenes de orina y unas grandes ingestas de líquidos podrían ralentizar el declive de la función renal asociado con el envejecimiento y proteger de una enfermedad renal crónica (Clark et al. 2011; Sontrop et al. 2013; Strippoli et al. 2011).

PROCESO DE PRODUCCIÓN Y CONCENTRACIÓN/DILUCIÓN DE LA ORINA

El sistema del tracto urinario incluye los riñones, que producen orina. A continuación, la orina fluye por los uréteres a la vejiga, donde es almacenada hasta su eliminación por la uretra. En los riñones, la orina es producida por las unidades funcionales de los riñones: las nefronas. Cada riñón humano contiene alrededor de un millón de nefronas (**Figura 5**) (*Brenner y Rector 2008; Valtin y Schafer 1995*).

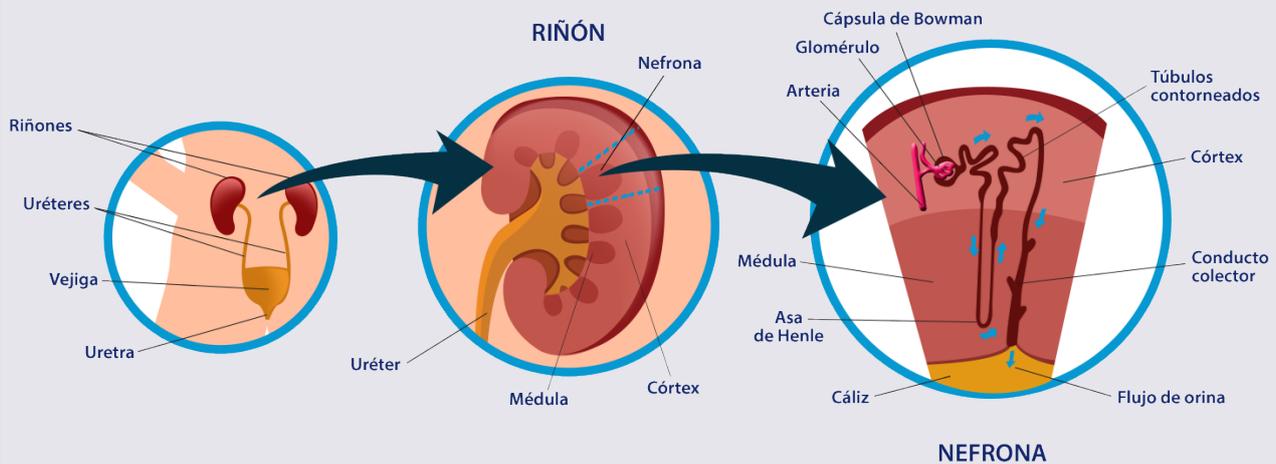


Figura 5: El tracto urinario y la anatomía renal.

La orina se elabora a partir de la filtración de la sangre en tres pasos (**Figura 6**):

1. **Filtración:** La sangre es filtrada en el glomérulo, a lo largo de un gradiente de presión en la cápsula de Bowman. El glomérulo, compuesto de vasos sanguíneos fenestrados, da lugar a la retención de moléculas grandes tales como proteínas y células sanguíneas; en esta fase sólo entran en la nefrona las moléculas más pequeñas. El filtrado se denomina orina primaria. El índice de filtrado glomerular (IFR), o el índice de formación del filtrado en los riñones es de aproximadamente 125 mL/min. o 180L/día. Así, el volumen total de sangre es filtrado 50 veces al día (*Valtin y Schafer 1995*).
2. **Reabsorción:** La mayoría de las sustancias filtradas son reabsorbidas para preservar la homeostasis del cuerpo. Por ejemplo, más del 99% del agua y sodio son reabsorbidos. La glucosa es una molécula pequeña, por lo que la encontramos en la orina primaria. Normalmente es reabsorbida por completo. La capacidad de reabsorción máxima de la glucosa es de aproximadamente 200 mg de glucosa por 100 ml de plasma. Cuando el nivel de glucosa en sangre supera este límite, como en el caso de la diabetes, el exceso permanece en la orina (glicosuria).

3. **Secreción:** En los túbulos renales, algunas sustancias adicionales son secretadas desde la sangre a los líquidos tubulares para después ser eliminadas con la orina. La secreción tubular selectiva de iones de amonio hidrogenados ayuda a regular el pH del plasma y el equilibrio ácido-base de los líquidos corporales. Los productos finales del metabolismo, tales como la creatinina, y los productos de detoxificación son también secretados a los túbulos renales en esta fase (Guyton y Hall 2006).

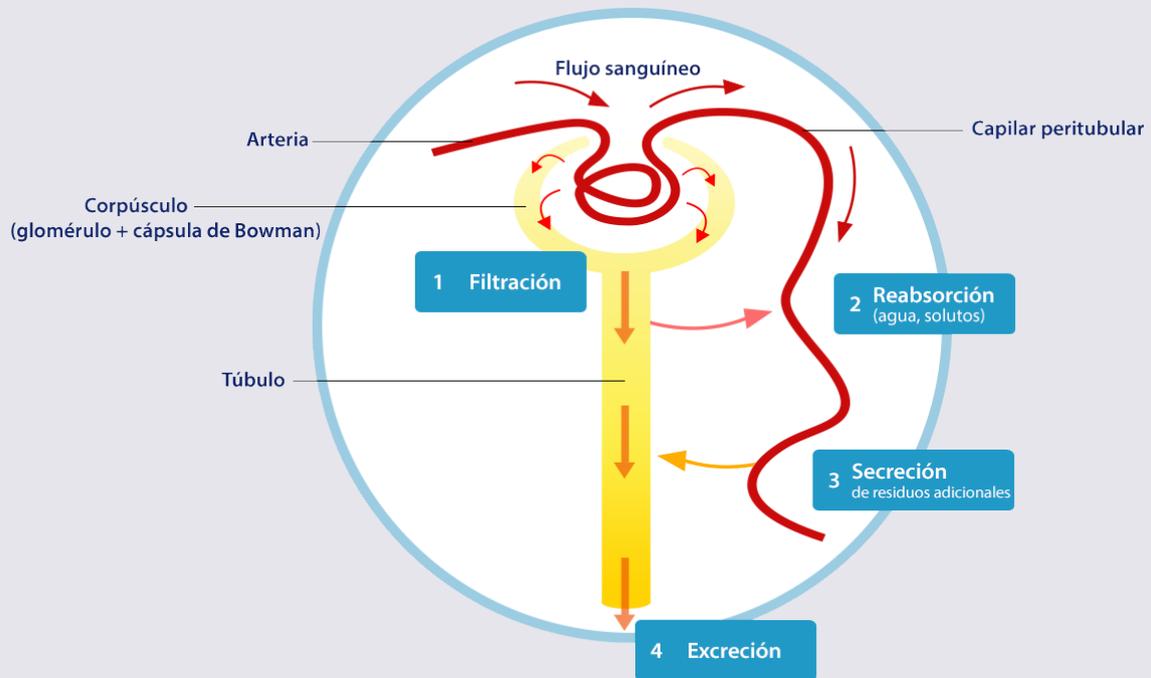


Figura 6. Formación de orina en la nefrona.

II.2. Aporte de agua al cuerpo

Para compensar la pérdida diaria de agua, es necesario un aporte de agua. El cuerpo produce una pequeña cantidad de agua a partir de su actividad metabólica, pero la mayoría de los aportes de agua vienen de la dieta (alimentos y líquidos).

II.2.1. Producción de agua metabólica

El agua metabólica es producida por la oxidación de los sustratos con contenido en hidrógeno o de los nutrientes que generan energía (IOM 2004). La oxidación de los lípidos es la que más agua produce por gramo (Tabla 3).

Nutriente	Agua metabólica producida por la oxidación	
	mL/100g	mL/100 kcal
Lípidos	107	11.8
Carbohidratos	55	15
Proteínas	41	10

Tabla 3. Agua metabólica producida por la oxidación de lípidos, carbohidratos y proteínas.

De EFSA 2010; IOM 2004.

Así pues, la producción de agua metabólica es proporcional a la ingesta de energía. Se calcula que la producción de agua metabólica representa de media aproximadamente entre 250 y 350ml/día para las personas sedentarias (EFSA 2010) pero puede aumentar hasta 600 ml/día con una actividad física vigorosa (Pivarnik y Palmer 1994). Sin embargo, tal como vimos en el capítulo II.1.1, las pérdidas por la respiración también aumentan con la actividad física, y estos dos procesos se compensan más o menos entre sí (Hoyt 1996).

II.2.2. Ingesta dietética

Esta distribución varía según la dieta: cuanto mayor sea el consumo de alimentos ricos en agua (por ejemplo, frutas, verduras o sopas), mayor será la ingesta de agua a través de los alimentos. Las frutas y verduras son el grupo de alimentos que más agua contiene: desde un 96% en el pepino hasta un 72% en el aguacate, la mayoría contienen más de un 85% de agua.

Cabe destacar que la mayoría de las frutas tiene aproximadamente el mismo contenido en agua (en porcentaje) que la mayoría de las bebidas. Las sopas son la categoría que contiene el segundo nivel más alto de agua, con unos valores que oscilan entre un 82 y un 95% de agua, según las recetas. Los productos secos tales como los cereales de desayuno, los frutos secos, las galletas y los chocolates suelen tener un contenido en agua inferior al 5% (Food Standard Agency 2002).

La ingesta de agua a través del agua potable y las bebidas varía enormemente entre distintas personas, tal como muestran las encuestas sobre la dieta. En el estudio NHANES 2005-2006, la ingesta total de agua se triplicaba con creces en el percentil 80 (5,4L/día) en comparación con la ingesta en el percentil 20 (1,6L/día) (Sontrop et al. 2013). Un estudio reciente realizado en China demostró que la ingesta total diaria de líquidos en las personas iba de menos de 100mL a más de 7L (Ma et al. 2012). Los hábitos de bebida también parecen diferir según los países: los estudios nacionales en Europa mostraban una ingesta diaria media de líquidos de entre 635 y 2490 mL/día (EFSA 2008). Sin embargo, estos estudios son difíciles de comparar, y estas grandes variaciones son difíciles de interpretar, ya que no se sabe si se debe a las diferencias reales de consumo, a las diferencias metodológicas de estudio (es decir, registro de la dieta durante 2 días, registro de la dieta durante 7 días, encuesta alimenticia 2 veces en 24 horas) y de categorización de los líquidos (EFSA 2010). Estas limitaciones de los estudios de ingesta de líquidos tienen un impacto importante, ya que las recomendaciones

dietéticas a menudo se basan en el consumo observado en estas encuestas (véase también el capítulo III). La ingesta y la pérdida de agua dependen de múltiples factores, algunos de los cuales pueden ser muy variables. Las cifras típicas se resumen en la **Figura 7**.

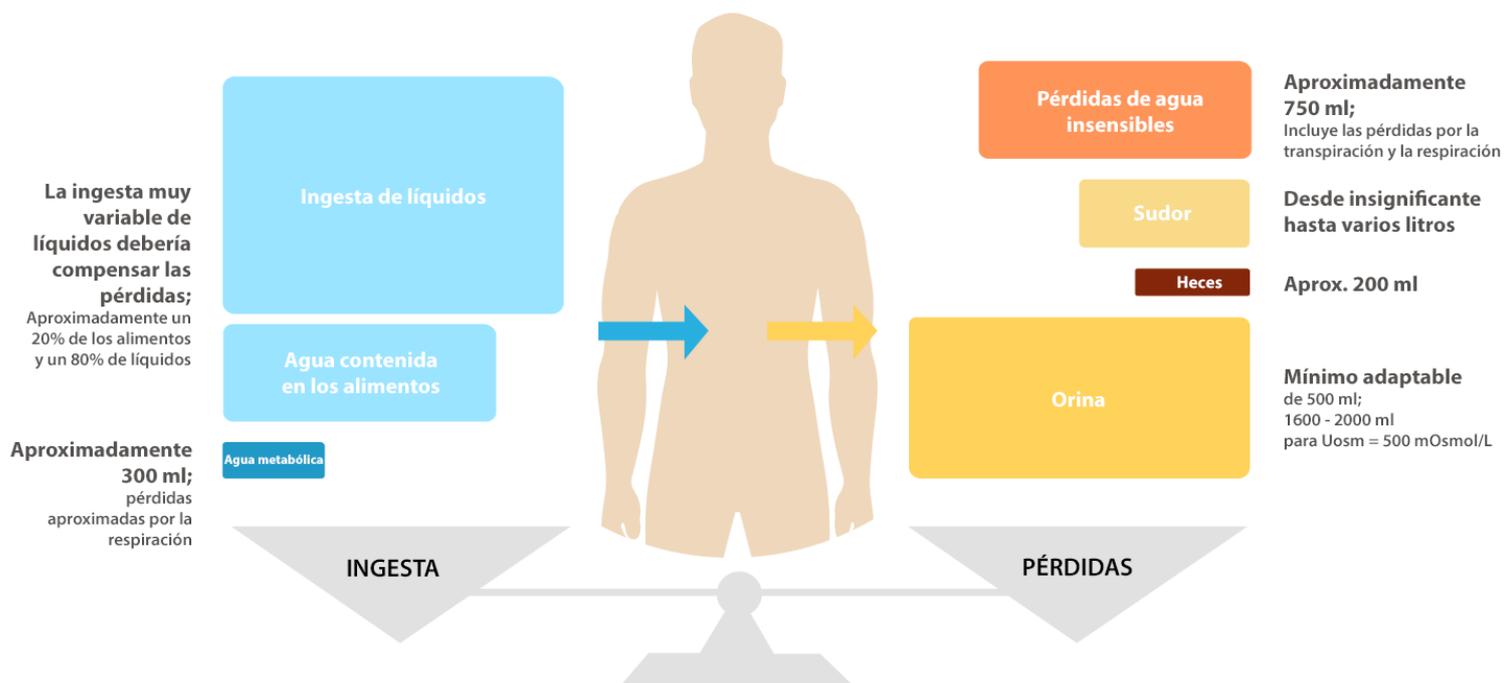


Figura 7. Ingesta y pérdida de agua típicas diarias.

Tal como se ilustra más arriba, la orina es fundamental para que el cuerpo puede ajustar las pérdidas, mientras que la ingesta por la dieta, y en particular la ingesta de líquidos, son las principales fuentes de aporte de agua.

II.3. La regulación y el mantenimiento del equilibrio hídrico corporal

A pesar de las continuas pérdidas de agua y de las grandes variaciones en la ingesta de agua y sal, el cuerpo humano tiene generalmente la capacidad para mantener una constancia precisa del contenido de agua: se calcula que el agua corporal total varía menos de un 1% en 24 horas (*Cheuvront et al. 2004*). Esto es de vital importancia para el mantenimiento de una composición constante del líquido extracelular, necesario para que las células funcionen correctamente. El agua corporal es controlada, por una parte por la ingesta de líquidos estimulada por la sed, y por otra parte por la excreción renal del agua (*Brenner y Rector 2008*).

II.3.1. Regulación de la ingesta de líquidos: sed fisiológica, factores sociales y medioambientales

Fisiológicamente, la ingesta de líquidos está regulada por la sed, definida como el deseo consciente de beber (*Guyton y Hall 2006*). Pero la ingesta de líquidos también puede producirse, por ejemplo, por hábitos, influencia social, boca seca, o para acompañar a los alimentos durante las comidas (*McKinley et al. 2004; McKinley y Johnson 2004*). Por lo tanto, la ingesta intencionada de líquidos tiene un componente conductual fuerte que interactúa con los mecanismos fisiológicos.

El principal estímulo de la sed es un aumento de la osmolaridad del plasma. Este aumento es detectado por los osmorreceptores que ponen en marcha los mecanismos neurales que generan la sensación de sed (*McKinley y Johnson 2004*). Ahora bien, la secreción de la hormona antidiurética (ADH) en respuesta al aumento de la osmolaridad del plasma se produce a un umbral más bajo que el umbral de la sed, en torno a 280 mOsm/kg frente a 290-295 mOsm/kg respectivamente (*Bouby y Fernandes 2003; Peters et al. 2007; Verbalis 2003*). Cabe destacar que la sensibilidad y el umbral del sistema osmorregulador, y de la sed en particular, varían considerablemente entre individuos (*Bouby y Fernandes 2003*).

Existen otros factores que pueden inducir la sed: un descenso del volumen de sangre (>10%) o presión sanguínea, un aumento de la angiotensina en circulación o la sequedad bucal. Por el contrario, la distensión gástrica reduce la sed (Guyton y Hall 2006; Tanner 2009).

La ingesta de líquidos también se produce a menudo sin sensación de sed y sin un aumento de osmolaridad del plasma (McKiernan et al. 2009; Phillips et al. 1984). El acto de beber a menudo se asocia, de hecho, con la comida: algunos estudios han demostrado que aproximadamente un 70% de la ingesta de líquidos se produce en torno al momento de comer (de Castro 1988; Engell 1988; Phillips et al. 1984). La ingesta de líquidos también está influenciada por su disponibilidad directa (Engell et al. 1996), y puede ser socialmente facilitada o inhibida por la presencia de otros individuos (de Castro y de Castro 1989; Engell et al. 1996; Peneau et al. 2009).

Así pues, la ingesta de líquidos no sólo está guiada por mecanismos fisiológicos, y la regulación final del equilibrio hídrico corporal se basa en la regulación de la excreción del agua por los riñones.

II.3.2. Regulación de la excreción del agua por los riñones

Tal como hemos visto antes (capítulo II.1.4), los riñones tienen la capacidad para adaptar ampliamente la cantidad de agua excretada, y a la vez mantener una excreción de solutos estable. Según el estado de hidratación del cuerpo y la ingesta de líquidos, los residuos metabólicos son excretados en una orina más o menos concentrada.

De hecho, la excreción de agua por el riñón es regulada para mantener una composición y concentración constantes de líquidos extracelulares y, en particular una osmolaridad del plasma constante. Esto es posible gracias al sistema de retroalimentación basado en la hormona antidiurética (ADH) o vasopresina.

En caso de déficit de agua, la osmolaridad de los líquidos extracelulares, y en particular el plasma, aumenta por encima de su valor normal (unos 280 mOsmol/kg H₂O). Este aumento, que en la práctica significa un aumento de la concentración de sodio en el plasma, es detectado por los osmorreceptores que estimulan la liberación de ADH. La ADH es sintetizada en el hipotálamo y almacenada en la glándula pituitaria posterior. Una vez liberada la ADH, es transportada por la sangre a los riñones, donde aumenta la permeabilidad de los túbulos distales y los conductos colectores al agua. El aumento de la permeabilidad al agua genera un aumento de la reabsorción y excreción del agua y un pequeño volumen de orina concentrada. Así pues, el agua es conservada en el cuerpo, mientras que el sodio y otros solutos siguen siendo excretados. Esto genera la dilución de los líquidos extracelulares y, por lo tanto, corrige la osmolaridad del plasma (Figura 8) (Guyton y Hall 2006).

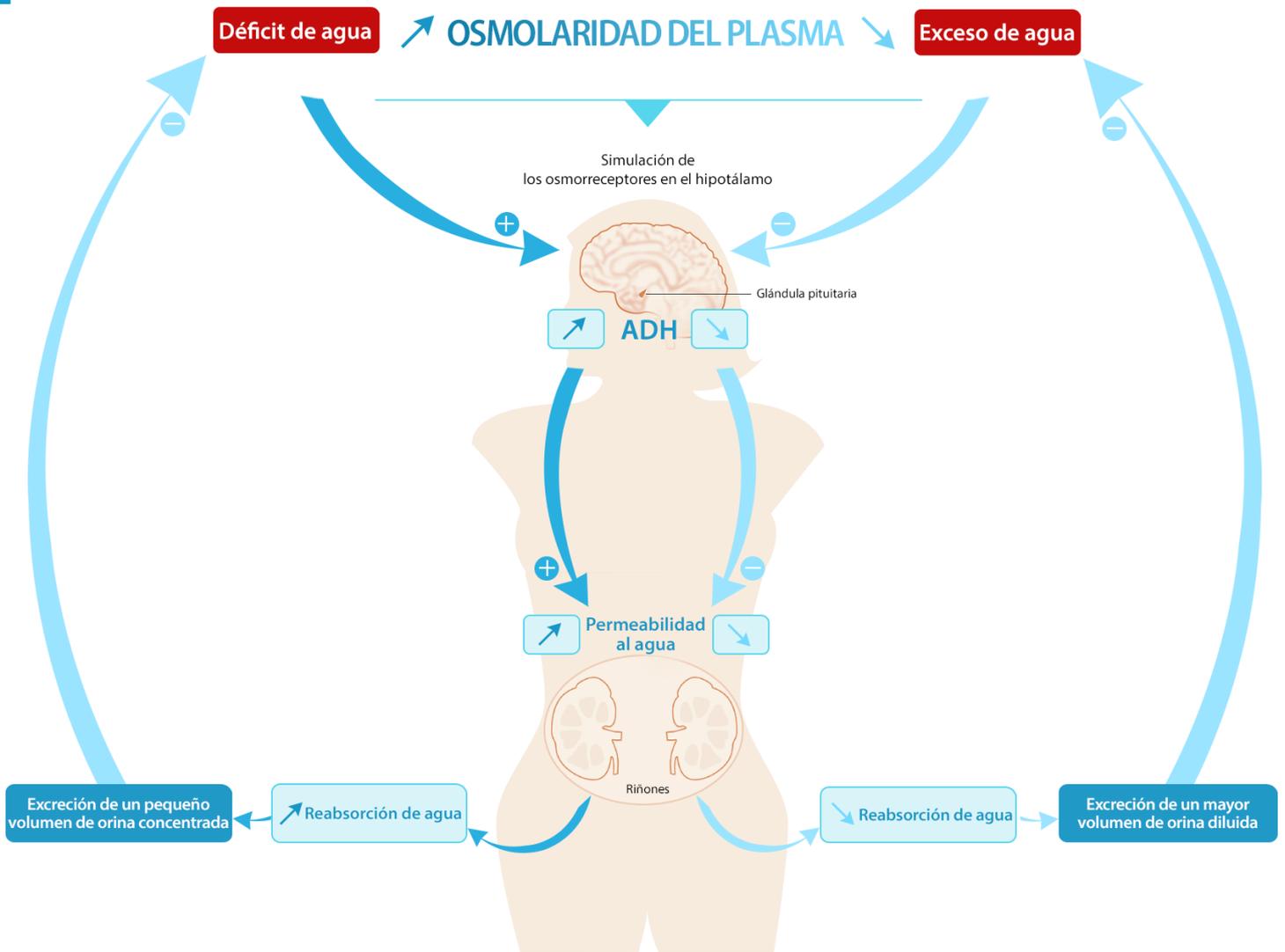


Figura 8: Mecanismos reguladores que responden al déficit de agua.

En cambio, en caso de exceso de agua en el cuerpo, la excreción de ADH se reduce, la permeabilidad al agua de las nefronas aumenta, lo cual genera una reabsorción menor de agua y la excreción de una mayor cantidad de orina diluida (Guyton y Hall 2006).

Cabe destacar que la liberación de ADH también es estimulada por un descenso de la presión sanguínea y el volumen de sangre, que se produce por ejemplo en caso de hemorragia. Sin embargo, la ADH es bastante más sensible a los pequeños cambios de osmolaridad que a los cambios del volumen de sangre: un descenso del 1% de la osmolaridad del plasma estimula la secreción de ADH, mientras que un descenso del volumen de sangre del 10% es necesario para aumentar claramente los niveles de ADH (Guyton y Hall 2006).

El mantenimiento del equilibrio hídrico corporal depende pues de distintos procesos fisiológicos: la regulación renal, la sed y el patrón de bebida, pero también la sudoración. La importancia relativa de estos procesos fisiológicos y sus interacciones dependen de las actividades predominantes, tal como se ilustra en la Tabla 4 siguiente (Armstrong 2007).

Escenario	Funciones relativas de los procesos fisiológicos para el equilibrio de líquidos		
	Regulación renal	Patrón de sed y bebida	Secreción de sudor
Actividades diarias sedentarias (16h)	Normal	Normal	Insignificante
Ejercicio prolongado y extenuante (5 - 30 min)	Menor	Menor a moderada	Menor a moderada
Ejercicio continuo o intermitente Trabajo a baja intensidad (5 - 24h)	Menor a grande	Menor a grande	Grande
Días consecutivos de actividades, trabajo o ejercicio (1 - 180 d)	Normal	Normal	Variada, según el trabajo y el ejercicio

Tabla 4. Funciones relativas de los procesos fisiológicos para el equilibrio hídrico corporal, para distintos escenarios de vida.
Adaptado de Armstrong 2007.

II.3.3. Disminución del equilibrio hídrico corporal: deshidratación e hiponatremia

A pesar de estar rigurosamente regulado, el equilibrio hídrico corporal puede plantear problemas que den lugar a un estado temporal de hipohidratación o hiperhidratación.

La deshidratación es el proceso de pérdida de agua corporal, mientras que la hipohidratación se refiere a un estado equilibrado de déficit de agua corporal, y es por lo tanto el resultado de la deshidratación (EFSA, 2010). Según la pérdida relativa de agua y solutos desde los líquidos extracelulares, la deshidratación puede ser hipertónica (la pérdida de agua concentra agua extracelular), hipotónica (la pérdida de sodio diluye el agua extracelular) o isotónica (pérdidas de agua y sodio sin cambio de concentración). Las causas posibles de estos distintos tipos de deshidratación se resumen en la **Tabla 5**.

Tipo de deshidratación	Causas posibles
Isotónica	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de líquidos gastrointestinales, vómitos, diarrea... • Ingesta inadecuada de líquidos y sal
Hipertónica	<ul style="list-style-type: none"> • Sudoración sin reposición de líquidos • Diuresis osmótica (p.ej. diabetes mellitus) • Medicamentos diuréticos • Ingesta inadecuada de agua
Hipotónica	<ul style="list-style-type: none"> • Sudor con alto contenido en sodio (p.ej. fibrosis quística) • Pérdida de líquidos gastrointestinales

Tabla 5. Causas posibles de los tres tipos de deshidratación.
Adapto de EFSA 2010; Grandjean et al. 2003; IOM 2004.

Por el contrario, un consumo excesivo de agua durante un breve periodo de tiempo puede generar una hiperhidratación e hiponatremia, definida como unos niveles de sodio en suero inferiores a 135 mmol/L. Esta situación se ha observado en pacientes psiquiátricos con polidipsia, pero también en atletas durante o después de un ejercicio intenso y prolongado (p.ej., ultramaratón, entrenamiento militar). Mientras que la hiponatremia sintomática potencialmente grave es rara, está asociada con un consumo de líquidos que supera con creces las pérdidas de agua, así como un ritmo lento al correr y una larga duración del ejercicio (Hew et al. 2003). Sin embargo, en personas sanas con hábitos dietéticos normales está ampliamente reconocido que la hiponatremia es muy difícil de alcanzar (EFSA 2010; IOM 2004). De hecho, significaría, en individuos sanos, superar el límite de excreción máximo del riñón, es decir, 0,7 - 1,0 L/hora (EFSA 2010).

El diagnóstico y tratamiento adecuado de la hiponatremia es complicado por el hecho de que los síntomas están estrechamente relacionados con los de la deshidratación, tales como dolor de cabeza, fatiga, confusión, náuseas, vómitos y calambres. (EFSA 2010; Grandjean et al. 2003; IOM 2004).

PRINCIPALES CONCLUSIONES

El equilibrio hídrico del cuerpo está rigurosamente regulado, para garantizar la homeostasis del cuerpo y para responder a los cambios de consumo y pérdidas.

-

Las principales fuentes de pérdida de agua del cuerpo son la orina y el sudor, pero también se pierde agua a través de las heces e insensiblemente a través de la piel y la respiración.

-

El ajuste del volumen de orina es fundamental para que el cuerpo pueda regular su equilibrio hídrico.

-

Los riñones son capaces de concentrar o diluir la orina en un amplio rango, desde 50 mOsmol/L hasta 1200 mOsmol/L. La concentración de la orina dentro de este rango depende de los residuos metabólicos que deben excretarse y la cantidad de agua que debe excretarse para la regulación del agua corporal.

-

Algunos estudios observacionales sugieren que unos altos volúmenes de orina, y por lo tanto una alta ingesta de líquidos, podría ralentizar el declive de la función renal que se produce con el envejecimiento, y proteger de las enfermedades renales crónicas.

-

La ingesta de líquidos con la dieta debería compensar la mayor parte de las pérdidas de agua del cuerpo. La ingesta de agua potable y bebidas representa entre un 70 y un 80% de la ingesta total de líquidos, mientras que el agua procedente de los alimentos representa aproximadamente un 20-30% de la ingesta total.

-

El agua corporal es controlada, por una parte por la ingesta de líquidos que es estimulada por la sed, y por otra parte por la excreción renal del agua.

III. Recomendaciones sobre la ingesta diaria de agua

Tal como hemos visto en la sección II anterior, el cuerpo humano es capaz de adaptarse a una amplia variedad de indigestas y pérdidas de líquidos, gracias a una regulación homeostática precisa y gracias a los amplios rangos de osmolaridad de la orina que los riñones son capaces de alcanzar. Pero, a diferencia de otros nutrientes, hoy por hoy no existen suficientes estudios sobre la cantidad de agua necesaria para evitar enfermedades o mejorar la salud. Como resultado, no se han asociado claramente límites de consumo máximos ni mínimos a un beneficio o un riesgo específico.

Esto puede explicar por qué la mayoría de las directrices sobre la ingesta total de agua se basan en la ingesta media de la población. Esto es cierto en EE.UU. y Canadá, por ejemplo, donde la ingesta adecuada se basa en la ingesta media de agua de los datos de NHANES III (Third National Health and Nutrition Examination Survey – Tercer estudio para el examen nacional de la salud y la nutrición) (IOM 2004). Australia y Nueva Zelanda siguen esta misma metodología (NHMRC 2006).

Hace poco, en 2010, la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) publicó unas directrices oficiales sobre la ingesta total de agua (agua + bebidas + agua contenida en los alimentos). Estas directrices son las primeras que utilizan tanto la ingesta observada como los parámetros fisiológicos observados para establecer la ingesta adecuada. Se propone una osmolaridad de la orina deseable de 500 mOsmol/L, y sobre la base de este valor y de la carga osmótica de una dieta europea estándar, se establece un volumen de orina y la ingesta total de líquidos asociada (EFSA 2010). Esta recomendación no tiene en cuenta la pérdida adicional de líquidos debida a la actividad física, que genera una gran variación en la ingesta adecuada de agua.

En la **Tabla 6** se resumen las recomendaciones de ingesta de agua de cuatro autoridades internacionales.

	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, 2010	National Health and Medical Research Council, 2006	Institute of Medicine, 2004	Organización Mundial de la Salud 2003
Hombres	2,5	3,4	3,7	Sedentario 2,9 Activo 4,5
Mujeres	2,0	2,8	2,7	Sedentario 2,2 Activo 4,5

Tabla 6. Valores de referencia sobre la ingesta total de agua (alimentos + líquidos), L/día.

Estas recomendaciones de ingesta total de agua incluyen el agua procedente de los alimentos y el agua de bebidas de todo tipo, incluida el agua. En los adultos, la contribución de los alimentos a la ingesta total de agua se considera que representa normalmente entre un 20% y un 30% (EFSA 2010).

Resulta interesante destacar que no se ha establecido ningún límite superior de seguridad, debido a la capacidad de los riñones para excretar el exceso de agua en individuos sanos, hasta 0,7 - 1,0 litros de orina por hora en adultos (EFSA 2010).

PRINCIPALES CONCLUSIONES

Hoy en día, no se han establecido unos límites superiores ni inferiores de consumo de agua claramente relacionados con un beneficio o riesgo específico, y la mayoría de las directrices sobre ingesta total de agua se basa en la ingesta media de la población.

La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria ha sido la primera en introducir un parámetro fisiológico para determinar la ingesta adecuada y proponer una osmolaridad en la orina deseable de 500 mOsmol/L.

Las recomendaciones internacionales sobre la ingesta total de agua (alimentos + líquidos) de los hombres varían considerablemente, de 2,5/día en Europa a 3,7L/el día en Estados Unidos y Canadá.

Conclusión

El agua es el mayor componente del cuerpo humano, y se distribuye por todos los tejidos. La regulación del equilibrio hídrico corporal es, por lo tanto, fundamental para mantener la homeostasis. A pesar de unas pérdidas constantes, el cuerpo humano regular eficazmente su equilibrio hídrico, gracias a un fino control del volumen y la concentración de orina.

Esto explica la amplia variedad de ingesta de líquidos observada en individuos sanos. Sin embargo, las consecuencias para la salud a largo plazo de una baja o alta ingesta de líquidos no han sido demasiado investigadas. Las pruebas preliminares parecen indicar que una baja ingesta de líquidos crónica puede influir en la salud del riñón, ya que puede asociarse con un declive más rápido de la función renal y un mayor riesgo de enfermedad renal crónica.

Por lo tanto, hacen falta más estudios para evaluar la ingesta diaria óptima de líquidos para evitar enfermedades o mejorar la salud, y emitir directrices precisas sobre la ingesta de agua en adultos, pero también en otros grupos demográficos, tales como los niños, las mujeres embarazadas y lactantes, los adultos mayores y los habitantes de climas cálidos.

Referencias bibliográficas

- Armstrong LE. (2005) Hydration assessment techniques. *Nutr Rev.* **63**:S40-S54.
- Armstrong LE. (2007) Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr.* **26**:575S-584S.
- Bouby N, Fernandes S. (2003) Mild dehydration, vasopressin and the kidney: animal and human studies. *Eur J Clin Nutr.* **57**:Suppl. 2, S39-S46.
- Brenner BM and Rector FC. (2008). *The Kidney*. 8th. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- Cheuvront SN, Carter R, III, Montain SJ, Sawka MN. (2004) Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int.J Sport.Nutr.Exerc.Metab.* **14**:532-540.
- Clark WF, Sontrop JM, Macnab JJ, Suri RS, Moist L, Salvadori M, Garg AX. (2011) Urine Volume and Change in Estimated GFR in a Community-Based Cohort Study. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* **6**:2634-2641.
- de Castro JM. (1988) A microregulatory analysis of spontaneous fluid intake by humans: evidence that the amount of liquid ingested and its timing is mainly governed by feeding. *Physiol Behav.* **43**:705-714.
- de Castro JM, de Castro ES. (1989) Spontaneous meal patterns of humans: influence of the presence of other people. *The American Journal of Clinical Nutrition* **50**:237-247.
- EFSA. (2008) The EFSA Concise European Food Consumption Database. <http://www.efsa.europa.eu/en/datexfoodcdb/datexfooddb.htm>. Accessed July 2013.
- EFSA Panel on Dietetic Products Nutrition and Allergies (NDA). (2010) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for water. *EFSA Journal.* **8(3)**: 1459-1507.
- Engell D. (1988) Interdependency of food and water intake in humans. *Appetite.* **10**:133-141.
- Engell D, Kramer M, Malafi T, Salomon M, Leshner L. (1996) Effects of effort and social modeling on drinking in humans. *Appetite.* **26**:129-138.
- Fomon SJ. (1993). *Nutrition of normal infants*. Saint-Louis: Mosby.
- Food Standard Agency. (2002). *McCance; Widdowson's The Composition of Foods*. 6th ed. Cambridge; The Royal Society of Chemistry.
- Grandjean A and Campbell S. (2004). *Hydration: Fluids for Life. A monograph by the North American Branch of the International Life Science Institute*. Washington DC: ILSI North America.
- Grandjean AC, Reimers KJ, Buyckx ME. (2003) Hydration: issues for the 21st century. *Nutr Rev.* **61**:261-271.
- Guyton AC and Hall JE. (2006). *Textbook of medical physiology*. 11th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders.
- Havenith G, Richards MG, Wang X, Brode P, Candas V, den HE, Holmer I, Kuklane K, Meinander H, Nocker W. (2008) Apparent latent heat of evaporation from clothing: attenuation and «heat pipe» effects. *J Appl Physiol.* **104**:142-149.
- Hew TD, Chorley JN, Cianca JC, Divine JG. (2003) The incidence, risk factors, and clinical manifestations of hyponatremia in marathon runners. *Clin.J Sport.Med* **13**:41-47.
- Hoyt RW. (1996) Environmental influences on body fluid balance during exercise: altitude. In: Buskirk, E. R. and Puhl, S. M., ed. *Body fluid balance: exercise and sport*. Boca Raton: CRC PressINC, 183-196.

IOM (Institute of Medicine of the National Academies) (2004) Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. **4**: 73-185. National Academies Press, Washington, DC.

Ma G, Zhang Q, Liu A, Zuo J, Zhang W, Zou S, Li X, Lu L, Pan H, Hu X. (2012) Fluid intake of adults in four Chinese cities. *Nutr.Rev.* **70**:Suppl 2, S105-S110.

Marieb EN and Hoehn K. (2007) Fluid, electrolyte, and acid-base balance. In: *Human Anatomy and Physiology*. 7th ed. San Francisco: Benjamin-Cummings Publishing Company, 1036-1048.

McKiernan F, Hollis JH, McCabe GP, Mattes RD. (2009) Thirst-drinking, hunger-eating; tight coupling? *J Am.Diet.Assoc.* **109**:486-490.

McKinley MJ, Cairns MJ, Denton DA, Egan G, Mathai ML, Uschakov A, Wade JD, Weisinger RS, Oldfield BJ. (2004) Physiological and pathophysiological influences on thirst. *Physiol Behav* **81**:795-803.

McKinley MJ, Johnson AK. (2004) The physiological regulation of thirst and fluid intake. *News Physiol Sci* **19**:1-6.

Montain SJ, Chevront SN, Lukaski HC. (2007) Sweat mineral-element responses during 7 h of exercise-heat stress. *Int J Sport.Nutr Exerc Metab.* **17**:574-582.

NHMRC (National Health and Medical Research Council). (2006) Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand Including Recommended Dietary Intakes. Commonwealth of Australia, Canberra.

Peneau S, Mekhmoukh A, Chapelot D, Dalix AM, Airinei G, Hercberg S, Bellisle F. (2009) Influence of environmental factors on food intake and choice of beverage during meals in teenagers: a laboratory study. *Br.J Nutr.* **102**:1854-1859.

Peronnet F, Mignault D, du SP, Vergne S, Le BL, Jimenez L, Rabasa-Lhoret R. (2012) Pharmacokinetic analysis of absorption, distribution and disappearance of ingested water labeled with D(2)O in humans. *Eur J Appl Physiol.* **112**:2213-2222.

Peters HP, Robben JH, Deen PM, Wetzels JF. (2007) Water in health and disease: new aspects of disturbances in water metabolism. *Neth J Med* **65**:325-332.

Phillips PA, Rolls BJ, Ledingham JG, Morton JJ. (1984) Body fluid changes, thirst and drinking in man during free access to water. *Physiol Behav.* **33**:357-363.

Pivarnik JM and Palmer RA. (1994) Water and electrolytes during exercise. In: Hickson, J. F and Wolinski, I., ed. *Water and electrolyte balance during rest and exercise*. Boca Raton; CRC Press, 245-262.

Powers SK and Howley ET. (1997). *Exercise Physiology. Theory and Application to Fitness and Performance*. 3rd ed. Columbus: WCB/McGraw-Hill.

Rehrer NJ, Burke LM. (1996) Sweat losses during various sports. *Aus J Nutr Diet* **53**:S13-S16.

Robertson GL and Berl T. (1996) Pathophysiology of Water Metabolism. In: Brenner & Rector's, ed. *The Kidney*. 5th ed Philadelphia: W.B. Saunders Company, 873-928.

Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. (2007) American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* **39**:377-390.

Sawka MN, Chevront SN, Carter R, III. (2005) Human water needs. *Nutr Rev.* **63**:S30-S39.

Shaffer EA and Thomson ABR. (1994). *First principles of gastroenterology: the basis of disease and an approach to management*. Canadian Association of Gastroenterology; Astra Pharma Inc.

Sherwood L. (2010). *Human Physiology: From Cells to Systems*. 7th ed. Belmont: Brooks/Cole, Cengage Learning.

Sontrop JM, Dixon SN, Garg AX, Buendia-Jimenez I, Dohein O, Huang SH, Clark WF. (2013) Association between water intake, chronic kidney disease, and cardiovascular disease: a cross-sectional analysis of NHANES data. *Am.J Nephrol.* **37**:434-442.

Strippoli GF, Craig JC, Rochtchina E, Flood VM, Wang JJ, Mitchell P. (2011) Fluid and nutrient intake and risk of chronic kidney disease. *Nephrology (Carlton.)*. **16**:326-334.

Tanner GA. (2009) The Regulation of Fluid and Electrolyte Balance. In: Rhoades, R. A. and Bell, D. R., ed. *Medical Physiology Principles for Clinical Medicine*. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 419-441.

Valtin H and Schafer JA. (1995). *Renal function*. 3rd ed. Boston: Little, Brown, and Co.

Verbalis JG. (2003) Disorders of body water homeostasis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* **17**:471-503.

Verdier-Sevrain S, Bonte F. (2007) Skin hydration: a review on its molecular mechanisms. *J Cosmet.Dermatol* **6**:75-82.

Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. (1999) Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *Am J Clin Nutr* **69**:833-841.

Watson PE, Watson ID, Batt RD. (1980) Total body water volumes for adult males and females estimated from simple anthropometric measurements. *The American Journal of Clinical Nutrition* **33**:27-39.

Wenger CB. (1972) Heat of evaporation of sweat: thermodynamic considerations. *J Appl Physiol.* **32**:456-459.

Zhang EB, Sitrin MD, Balack DB. (1996) Intestinal water and electrolyte transport. In: *Gastrointestinal, Hepatobiliary, and Nutritional Physiology*. 1st ed. Philadelphia: Lippincott,Raven, 91-118.



WWW.H4HINITIATIVE.COM THE HYDRATION AND HEALTH WEBSITE

For healthcare professionals, scientists and academic researchers



Developed by **DANONE NUTRICIA RESEARCH** for the Hydration for Health Initiative