

# Recomendaciones de hidratación como base de una nutrición saludable en la infancia. Necesidades de agua en el niño

I. Vitoria, J. Dalmau

Unidad de Nutrición y Metabolopatías. Hospital «La Fe». Valencia

## Resumen

El objetivo del presente trabajo es ofrecer una revisión sobre las necesidades de agua en la infancia. Para ello, se revisan las funciones del agua en el organismo, así como la cantidad, la distribución, el equilibrio y los determinantes del balance del agua corporal. Basándose en estos datos, se intentan establecer los requerimientos de agua y las recomendaciones por edades según las autoridades sanitarias americana (Instituto Nacional de Salud) y europea (Panel Europeo de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria).

## Palabras clave

Agua, hidratación, requerimientos nutricionales

## Abstract

*Title:* Advice of hydration as a base of a healthy nutrition during childhood. Water requirements in a child

The object of this article is to update the water requirements in children. Because of this we review the functions of water in the body, the amount and distribution of water, the water balance and determinants of body water balance. Based on these data, we conclude that the water requirements and recommendations by age according to the U.S. Health Authorities (National Health Institute - DRI) and European (European Panel of the European Food Safety Agency).

## Keywords

Water, hydration, dietary requirements

## Introducción

El agua es el componente principal del cuerpo humano. A pesar de la importancia de una hidratación adecuada, el agua no acaba de ser valorada y, a menudo, se obvia en las recomendaciones nutricionales. El propósito de este trabajo es revisar las principales funciones del agua y los mecanismos de regulación del balance hídrico diario, como base de una evidencia clara de la cantidad de agua que realmente necesita el cuerpo humano.

Las funciones del agua en el organismo son varias. En primer lugar, es un componente material presente en todas las células y los tejidos. Por este motivo, las recomendaciones diarias de agua en la infancia son relativamente mayores, debido al crecimiento celular y tisular. En segundo lugar, el agua es un excelente solvente y medio de suspensión, tanto de los compuestos iónicos y solutos como de la glucosa o los aminoácidos<sup>1</sup>. También es un reactivo y un producto de reacción común en las reacciones bioquímicas que tienen lugar en el organismo. Así, el agua del medio interno está implicada en las reacciones de hidrólisis de los micronutrientes, tanto de las proteínas como de los hidratos de carbono o los lípidos, ya que el agua se produce por el metabolismo oxidativo de los sustratos que contienen hidrógeno. Teóricamente, por cada gramo de glucosa, ácido palmítico o albúmina, en el organismo se producen 0,6, 1,12 y 0,37 mL de agua, respectivamente<sup>2</sup>. Por otro lado, el

agua es un transportador, tanto de nutrientes a las células como de moléculas de desecho. Es el medio que permite los intercambios entre las células, el líquido intersticial y los capilares<sup>3</sup>. Por ello, mantiene el volumen vascular y permite la circulación de la sangre, aspecto esencial para la función de todo el organismo. Así, tanto el sistema cardiovascular como el respiratorio, el tracto digestivo, el cerebro y el resto de órganos dependen de una adecuada hidratación para su función efectiva<sup>4</sup>. El agua también es importante para la termorregulación. Su alta capacidad calorífica contribuye a minimizar los cambios en la temperatura corporal en ambientes más cálidos o más fríos. Finalmente, el agua es una sustancia lubricante que, junto con otras moléculas de mayor viscosidad, sirve de base de líquidos lubricantes para las articulaciones, la saliva, la secreción mucosa del tracto gastrointestinal o el aparato respiratorio. Manteniendo la forma celular, el agua también actúa como un amortiguador. Esta función tiene relevancia para el cerebro y la médula espinal, y es particularmente importante en el feto, que está protegido por un colchón de agua (tabla 1).

## Contenido de agua en el organismo

En el organismo humano, el agua es el componente individual de mayor magnitud, con un valor medio del 60% del peso cor-

**TABLA 1****Principales funciones del agua en el organismo y su importancia práctica<sup>2</sup>**

<i>Función</i>	<i>Importancia</i>
Material de construcción	Presente en todos los tejidos y células
Solvente	Reactivo y producto de reacción de hidrólisis de micronutrientes
Transportador	Vehículo de transporte a la célula y al sistema excretor Mantiene el volumen vascular
Termorregulador	Minimiza los cambios en la temperatura corporal
Lubricante	Es la base de fluidos articulares
Mantiene la forma celular	Absorbe golpes (importante para el sistema nervioso central y para el feto)

poral en los adultos, cuyo rango se sitúa entre el 45 y el 75% del peso corporal, según la edad<sup>5</sup>.

El contenido en agua varía mucho entre los distintos tejidos: es máximo en las células de los músculos y las vísceras (un 83% en los riñones y un 68% en el hígado) y mínimo en el tejido adiposo y el tejido óseo (10 y el 22%, respectivamente)<sup>6</sup>. Así pues, una de las principales causas de la variabilidad del agua corporal total (ACT) es su variabilidad en la composición corporal. Cuanto mayor es su contenido en el tejido adiposo del organismo, menor es el porcentaje de agua total de éste. En las células del tejido adiposo se sustituye gran parte del citosol por vacuolas que contienen lípidos, fundamentalmente triglicéridos, por lo que contienen mucha menos agua. Por tanto, el agua total del organismo no se relaciona directamente con el peso del individuo sino con su peso magro, es decir, el peso total menos el contenido en grasa. El volumen de agua corporal expresado como porcentaje de la masa magra del organismo es máxima en el neonato (más del 75% del peso)<sup>7</sup>. El peso magro no es fácil de calcular, por lo que a menudo se utiliza otro parámetro, la superficie corporal, que está más relacionada con el peso magro que con el peso total.

Aparte del contenido relativo en tejido adiposo y en masa muscular, hay otras dos variables determinantes de las variaciones del ACT: la edad y el sexo. En la tabla 2 se indican los valores de porcentaje del peso corporal total para diferentes edades y sexos<sup>8</sup>. El ACT se calcula a partir del volumen de distribución de un indicador apropiado, como el óxido de deuterio o de tritio.

Tal como se observa en la tabla 2, el ACT del organismo disminuye con la edad. Así, en los neonatos un 74% del peso es agua (rango: 64-84), mientras que este porcentaje es del 56% (rango: 47-67) y el 47% (rango: 39-57) en varones y mujeres de más de 50 años, respectivamente. Estas diferencias entre varones y mujeres no se observan hasta aproximadamente los 12 años de edad, en que los chicos empiezan a aumentar mucho más rápidamente la masa magra que las chicas debido a los cambios hormonales producidos en la pubertad<sup>9</sup>. En la

**TABLA 2****Agua corporal total como porcentaje del peso corporal total según la edad y el sexo<sup>8</sup>**

<i>Edad</i>	<i>Agua corporal total como porcentaje del peso corporal Media (rango)</i>	
	<i>Varones</i>	<i>Mujeres</i>
0-6 meses	74 (64-84)	
6 meses-1 año	60 (57-64)	
1-12 años	60 (49-75)	
12-18 años	59 (52-66)	56 (49-63)
19-50 años	59 (43-73)	50 (41-60)
>50 años	56 (47-67)	47 (39-57)

vida adulta, y a medida que aumenta la edad, se reduce el ACT<sup>10</sup>. Esto es más evidente en las mujeres, que presentan un menor porcentaje de agua debido a que tienen mayor contenido en grasa y menor porcentaje de masa magra<sup>11</sup>.

Los atletas tienen un contenido en ACT relativamente superior, debido a su mayor contenido en masa magra, menor grasa corporal y mayores cantidades de glucógeno muscular<sup>12</sup>.

## Distribución del agua en el organismo

El agua en el organismo se distribuye en dos compartimentos. Todos los líquidos situados fuera de las células conforman el denominado líquido extracelular (LEC), mientras que el agua presente en el interior de las células se denomina líquido intracelular (LIC). El LEC se subdivide, a su vez, en tres compartimentos: el líquido intersticial, que constituye más de tres cuartas partes del LEC, el plasma, que representa una cuarta parte, y el líquido transcelular, cuyo volumen es muy pequeño (1-2 L) e incluye líquidos como el sinovial, el peritoneal, el pericárdico, el cerebrospinal y el intraocular. Un varón adulto de 70 kg de peso presenta unos 42 L de ACT, de los cuales 28 L son LIC y 14 LEC (10 L de agua intersticial, 3 L en el plasma y 1 L transcelular)<sup>13</sup>.

En los lactantes y niños pequeños la cantidad de agua como porcentaje del ACT es mayor que en los adultos; además, su distribución es ligeramente diferente (mayor contenido de agua en el compartimento extracelular en los lactantes respecto a los niños mayores), y los cambios se producen especialmente durante la primera mitad del primer año de vida.

Tal como se observa en la tabla 3, el ACT disminuye con la edad, pero hay que prestar atención sobre todo a los datos del nacimiento y a los 6 meses de vida. Así, el ACT es del 68,6-69,6% del peso al nacimiento y del 58,4-59,4% a los 6 meses. Este descenso se produce casi exclusivamente a partir del agua extracelular, pues el porcentaje de agua extracelular pasa de un 42-42,5% del peso corporal al nacimiento a un 32,4-

**TABLA 3**
**Agua corporal total, agua extracelular y agua intracelular por edades y sexos desde el nacimiento hasta los 10 años<sup>8</sup>**

Edad	Agua corporal total como porcentaje del peso corporal		
	Agua total (varón/mujer)	Agua extracelular (varón/mujer)	Agua intracelular (varón/mujer)
Nacimiento	69,6/68,6	42,5/42,0	27,0/26,7
1 mes	68,4/67,5	41,1/40,5	27,3/26,9
3 meses	61,4/60,9	35,7/35,1	25,8/25,8
6 meses	59,4/58,4	33,4/32,4	26,0/26,0
12 meses	61,2/60,1	32,9/31,8	28,3/28,3
18 meses	62,2/61,3	32,3/31,5	29,9/29,8
2 años	62,9/62,2	31,9/31,5	31,0/30,8
4 años	64,8/64,3	30,5/31,2	34,2/33,1
6 años	66,0/64,7	29,6/30,8	36,4/34,0
8 años	65,8/63,8	28,3/29,6	37,5/34,2
10 años	64,8/62,0	26,7/28,1	38,0/33,9

33,4% a los 6 meses, mientras que el agua intracelular casi no varía: pasa de un 26,7-27% al nacimiento a un 26% a los 6 meses. Entre los 6 meses y el año de vida se produce un pequeño aumento en el porcentaje de ACT a expensas del componente del agua intracelular, probablemente debido al aumento de contenido proteico de los músculos en detrimento del agua. Desde el primer año hasta los 10 años de edad, se estabiliza el ACT como porcentaje del peso, y continúa apreciándose un descenso relativo del porcentaje de agua extracelular y un aumento del agua intracelular, probablemente debido también al crecimiento del organismo.

### Equilibrio de agua en el organismo

La ingesta diaria de agua debe estar en relación con las pérdidas de este elemento para mantener el ACT. Las situaciones de mayores pérdidas de agua, como enfermedades, ejercicio físico o exposición ambiental, deben ser compensadas para evitar problemas de deshidratación.

Los compartimentos intracelular y extracelular tienen la misma osmolaridad total, pero su composición en sustancias disueltas es distinta. En el LEC, el principal catión es el sodio, y los principales aniones son el cloruro y el bicarbonato. Así pues, la osmolaridad del LEC depende fundamentalmente de estos tres iones. La composición del LIC es más difícil de medir, pues varía de un tejido a otro. El catión principal es el potasio, seguido por el magnesio, mientras que la concentración de sodio es muy baja. Los principales aniones son las proteínas, los fosfatos y otros aniones orgánicos; el cloruro presenta una concentración muy baja<sup>14</sup>.

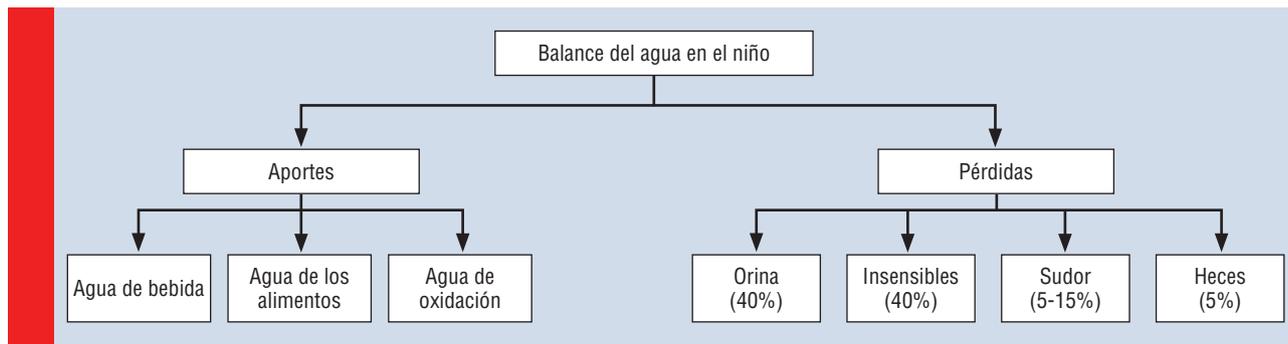
El intercambio de agua entre los compartimentos extracelular e intracelular es continuo y se realiza de forma pasiva, siguiendo las diferencias osmóticas para igualar el total de las

concentraciones de aniones y cationes en los dos compartimentos. Así, el sodio y el potasio atraviesan las membranas plasmáticas de forma pasiva a través de canales iónicos, a favor de gradientes de concentración y de carga. Estos intercambios pasivos no eliminan los gradientes existentes, debido a la presencia de transportadores activos o bombas, como la bomba de sodio, que transporta sodio desde el interior al exterior de la célula y potasio en sentido contrario. El plasma y el agua intersticial tienen un contenido similar de electrolitos, por lo que la osmolaridad es semejante. El intercambio entre el agua intravascular y el agua intersticial se produce en los capilares, que tienen la permeabilidad de órganos específicos para el agua y los solutos. La filtración de agua y la captación en los capilares son reguladas por las fuerzas hidrostática y oncótica. Esta presión oncótica se debe a las diferencias en la concentración de proteínas entre los líquidos intravascular e intersticial<sup>15</sup>.

Como el mantenimiento de la osmolaridad normal de la sangre (280 mOsm/kg de agua) es vital, el organismo tiene varios mecanismos para asegurar el equilibrio del agua. Un mínimo aumento en la osmolaridad sanguínea, incluso de un 1%, es capaz de estimular la secreción de vasopresina, hormona que estimula la sed y provoca el deseo de beber. Además, la hipófisis también segrega hormona antidiurética, que provoca una mayor concentración de la orina y una menor diuresis.

### Determinantes del balance de agua corporal

El balance de agua corporal depende de la diferencia neta entre la ganancia y las pérdidas de agua. La ganancia de agua proviene de los aportes de su ingesta (agua de bebida, agua contenida en otros líquidos, agua de los alimentos) y de la produc-



**Figura 1.** Principales componentes del balance del agua en la infancia

ción del agua (agua resultante de la oxidación de los principios inmediatos). El agua se consume normalmente por vía oral a través de líquidos y alimentos, y su mezcla es absorbida en el tracto gastrointestinal. Por tanto, la ingesta de agua puede ser estimada a partir de los volúmenes de líquido medidos y de las tablas de composición de alimentos. Por su parte, las pérdidas de agua pueden estimarse a partir de medidas fisiológicas y biofísicas<sup>16</sup>. Las pérdidas de agua se producen en el riñón, a través de la sudoración, las pérdidas insensibles y por las heces (figura 1).

### Pérdidas renales

La pérdida de agua por la orina es la más importante, ya que supone más del 40% de las pérdidas diarias de agua. Se pueden considerar dos tipos de pérdidas renales: obligatorias y facultativas.

Las pérdidas renales obligatorias son necesarias para excretar las sustancias hidrosolubles que deben ser eliminadas por vía renal. Se trata de la urea (como resultado del catabolismo de las proteínas), el ácido úrico (por el catabolismo de los ácidos nucleicos) y los minerales, sobre todo el sodio, el potasio y el cloruro.

Las pérdidas renales facultativas dependen de dos características fisiológicas: la carga renal de solutos (CRS) y la capacidad de concentración renal (CCR), es decir, de la magnitud de la carga de solutos presentada al riñón y de la amplitud de la concentración urinaria permisible.

La cantidad mínima de excreción de agua a través de los riñones es la cantidad requerida por la CRS. Ésta se refiere a la suma de los solutos (de origen endógeno o dietético) que deben ser excretados por el riñón. La CRS está formada principalmente por componentes de la dieta no metabolizables, en especial electrolitos ingeridos por encima de las necesidades y productos finales del metabolismo (principalmente urea).

La carga renal potencial de solutos (CRPS) se refiere a los solutos de origen dietético que serían eliminados por la orina si ninguno de ellos se desviase hacia la síntesis de nuevos tejidos ni se perdiese por rutas extrarrenales. La CRPS se define como la suma de cuatro minerales (sodio, cloruro, potasio y

fosfatos) y de los solutos que se producen a partir del metabolismo de los compuestos nitrogenados de la dieta. Para calcular la CRPS se supone que todos los minerales no utilizados en el anabolismo se excretan por el riñón y que todo el nitrógeno de la dieta se convierte en urea, que contiene dos átomos de nitrógeno que tiene un peso atómico de 14. Por ello, la CRPS (en mOsm) de los alimentos se puede estimar como:

$$\text{CRPS} = \text{Na} + \text{Cl} + \text{K} + \text{P} + (\text{nitrógeno}/28)$$

El contenido de Na, K, Cl y P de los alimentos se expresa en mmol, y el de nitrógeno en mg. Según Fomon y Ziegler<sup>17</sup>, la CRPS de la leche humana es de 93 mOsm/L, la de la fórmula infantil de 135 mOsm/L, la CPRS de la leche de vaca entera es de 380 mOsm/L y la del beikost que aporte 2,4 g de proteína/100 kcal es de 153 mOsm/L<sup>18</sup>.

La CRS real es la CPRS menos la parte de ésta que se pierde a través de las vías extrarrenales y la parte que se utiliza para el anabolismo. Excepto en el caso de una diarrea, las pérdidas extrarrenales son pequeñas y pueden obviarse. A medida que el niño se hace mayor, la carga renal de solutos también aumenta, por las características de las dietas seguidas en los países desarrollados.

La CCR y la capacidad de dilución deben tenerse muy en cuenta en el niño pequeño. Los recién nacidos y los lactantes pequeños no pueden excretar una sobrecarga acuosa con la misma eficacia con que lo hacen los niños mayores o los adultos, como consecuencia de la limitación que impone la disminución del filtrado glomerular<sup>19</sup>. Esta limitación los hace especialmente vulnerables a la intoxicación hídrica cuando se administra un exceso de líquidos hipotónicos.

La capacidad de concentración está disminuida, de modo que, mientras en el adulto la CCR es de 1.300 mOsm/kg, en el neonato a término la CCR máxima es de 600-700 mOsm/L, y hacia los 2-3 meses de edad la osmolalidad máxima puede alcanzar los 800 mOsm/kg, para mantenerse en una meseta de 1.000-1.100 mOsm/kg hacia los 3 años de edad<sup>20</sup>.

Cuando un lactante está sano y toma una dieta líquida, la CCR es suficiente casi siempre para mantener el balance hídrico. Pero si está enfermo, es importante mantener el balance

hídrico, sobre todo en tres circunstancias: durante la fase aguda de la enfermedad, en que la ingesta de líquidos disminuye, sobre todo si es un proceso febril; cuando se le da una dieta con una alta densidad energética y, por último, cuando hay una limitada capacidad de concentración renal, como ocurre no sólo en la enfermedad crónica renal, sino también en los casos de desnutrición<sup>21</sup>.

### **Pérdidas de agua insensibles**

Las pérdidas de agua a través de la piel y los pulmones contribuyen a la función básica de la regulación de la temperatura, y se producen en forma de pérdida insensible de agua, de sudor o de ambas. Las pérdidas insensibles son continuas y obligatorias, mientras que la pérdida hídrica a través del sudor es un mecanismo facultativo.

Las pérdidas insensibles de agua por la piel y los pulmones son del orden del 40% de las pérdidas totales, y suponen el mayor porcentaje de las pérdidas extrarrenales totales de agua en un lactante normal que vive en condiciones de temperatura ambiental neutra<sup>22</sup>.

La pérdida hídrica insensible consiste en la pérdida normal por evaporación de agua pura, en la que la evaporación de 1 gramo de agua elimina 0,6 calorías del organismo.

La pérdida insensible total se aproxima a 45 mL por 100 calorías en condiciones normales; de ellos, 15 mL se pierden por el aire espirado y 30 mL por la piel<sup>23</sup>.

La cantidad de agua perdida por evaporación pulmonar depende del volumen de ventilación pulmonar y del gradiente de presión de vapor de agua. El volumen corriente aumenta con la actividad física, la hipoxia y la hipercapnia, mientras que el gradiente de presión de vapor de agua se modifica por la temperatura ambiente, la humedad y la presión atmosférica. La actividad física tiene generalmente un mayor efecto que las circunstancias ambientales tanto en las pérdidas insensibles de agua como en las pérdidas por sudoración.

### **Pérdidas por sudoración**

En contraste con la pérdida hídrica insensible cutánea y pulmonar, que es continua y obligatoria, la pérdida por sudoración es un mecanismo opcional que ayuda a la pérdida calórica en condiciones no habituales. En una temperatura ambiente de 26,5-29,5 °C se mantiene un equilibrio calórico en un individuo en reposo y en ausencia de sudoración. Por encima de 30 °C se produce una sudoración con objeto de mantener el equilibrio calórico.

La evaporación del agua por medio del sudor en la superficie cutánea es un mecanismo muy eficiente para disipar calor corporal. Cuando el ejercicio se realiza en un ambiente caluroso, la pérdida por sudoración puede ser importante. Hay que tener en cuenta que el sudor es hipotónico cuando se compara con el plasma o el LEC. El sudor contiene 20-50 mmol/L de sodio, mientras que la concentración de sodio en el LEC es de 140 mmol/L. La sudoración intensa conduce, pues, a una mayor

pérdida de agua que de electrolitos. La consecuencia de ello es un aumento de la osmolaridad extracelular que inducirá un paso de agua desde las células hacia el LEC. Por tanto, la pérdida de agua a través del sudor afectará tanto al LIC como al LEC, situación que caracteriza la deshidratación hipertónica. Es necesario, pues, beber líquidos hipotónicos durante la práctica de un ejercicio intenso y continuado. La deshidratación y la hiperosmolaridad del LEC pueden afectar al estado de conciencia, y están implicadas en el golpe de calor, situación que se presenta cuando la temperatura interna alcanza un determinado umbral crítico, favorecida por la práctica de ejercicio intenso en un ambiente cálido y húmedo<sup>24</sup>.

### **Pérdidas por heces**

Las pérdidas de agua por las heces son de aproximadamente el 5% del total, aunque pueden llegar a ser 8 veces superiores si hay diarrea.

## **Requerimientos y recomendaciones de agua**

La primera tabla con valores de cantidad diaria recomendada (*recommended dietary allowances* [RDA]) se publicó en 1941, y desde entonces se ha ido actualizando con el paso de los años. La más reciente relativa al agua es la revisión de 2004, e incluye no sólo las RDA, sino además los requerimientos nutricionales medios (*estimated average requirement* [EAR]) y la ingesta diaria adecuada (*adequate intake* [AI]).

Para establecer las RDA de un nutriente se necesita estimar los EAR, pero para conocer los EAR debe existir un criterio específico de adecuación. En el caso del agua, no hay un indicador específico de una adecuada hidratación<sup>25</sup>. El parámetro más empleado, la osmolaridad plasmática, no es un indicador perfecto, pues en la encuesta que sirvió de base para calcular las ingestas adecuadas de agua era casi idéntica en los individuos que ingerían el decil máximo y el decil mínimo de agua para una determinada edad y sexo<sup>26</sup>. Esto expresa la gran variedad en las necesidades de agua, que no sólo están basadas en las diferencias en el metabolismo, sino también en las condiciones ambientales y el grado de actividad física, por lo que no se puede definir un único valor de ingesta de agua para asegurar un estado óptimo de hidratación y de salud<sup>27</sup>. Por ello, en vez de EAR se establecen AI. Las AI deben utilizarse con mayor cuidado que las RDA, pues hay menos certeza sobre el valor que se establece<sup>28</sup>.

## **Ingestas adecuadas de agua en el lactante**

### **Producción y pérdidas de agua**

Como se ha indicado anteriormente, la hidratación en los lactantes merece una consideración especial. Comparados con los niños y los adultos, los lactantes tienen un mayor contenido de agua por kg de peso, una mayor relativa superficie corporal,

TABLA 4

**Ingestas adecuadas de agua por edades según las DRI (2004)<sup>30</sup>**

0-6 meses	0,7 L/día de agua	Se asume que procede de la lactancia materna
6-12 meses	0,8 L/día de agua	Se asume que procede de la lactancia materna, la alimentación complementaria y las bebidas. Esto incluye unos 0,6 L como líquidos totales (fórmula o leche humana, zumos y agua de bebida)
1-3 años	1,3 L/día de agua total	Incluye 0,9 L en agua y bebidas
4-8 años	1,7 L/día de agua total	Incluye 1,2 L en agua y bebidas
9-13 años (varones)	2,4 L/día de agua total	Incluye 1,8 L en agua y bebidas
14-18 años (varones)	3,3 L/día de agua total	Incluye 2,6 L en agua y bebidas
9-13 años (mujeres)	2,1 L/día de agua total	Incluye 1,6 L en agua y bebidas
14-18 años (mujeres)	2,3 L/día de agua total	Incluye 1,8 L en agua y bebidas

DRI: ingestas dietéticas de referencia (*dietary reference intakes*).

TABLA 5

**Ingestas adecuadas de agua por edades según la EFSA<sup>35</sup>**

Edad	Ingesta adecuada de agua en varones (mL/día)			Ingesta adecuada de agua en mujeres (mL/día)		
	Alimentos	Bebidas	Agua total	Alimentos	Bebidas	Agua total
2-3 años	390	910	1.300	390	910	1.300
4-8 años	480	1.120	1.600	480	1.120	1.600
9-13 años	630	1.470	2.100	570	1.330	1.900
>14 años	750	1.750	2.500	600	1.400	2.000

una mayor tasa de recambio hídrico<sup>29</sup>, un sistema de sudoración menos desarrollado, una capacidad limitada de excretar solutos y una menor capacidad de expresar la sed.

Durante el primer año de vida, más de la mitad de las pérdidas de agua se producen a través de la orina. La mayoría de los estudios refieren un volumen urinario diario de 90-110 mL/kg, que corresponde a un 47-50% de la ingesta hídrica diaria desde los 6 meses a los 3 años<sup>30</sup>.

Las pérdidas insensibles suponen un 40% de las pérdidas de agua. En cuanto a la sudoración, y a pesar de que no está totalmente desarrollada en los primeros meses, hay estudios que demuestran que más del 60% de los neonatos sudan al cabo de unas horas tras el nacimiento si la temperatura ambiental es alta<sup>31</sup>.

Las pérdidas de agua por las heces suponen un 5% del total aproximadamente.

Hay pocos estudios sobre la producción metabólica de agua resultante de la oxidación de los principios inmediatos. En un trabajo se demostró una producción del 10-13% de la tasa de recambio hídrico, valor semejante al de los adultos<sup>32</sup>.

**Consumo de líquidos**

Los niños que toman lactancia materna exclusiva no necesitan agua suplementaria, y no sólo en condiciones de temperatura templada, sino tampoco en climas húmedos o calurosos<sup>33</sup>.

En una encuesta nacional realizada en niños americanos, la ingesta diaria de agua de todas las fuentes en el primer año de

vida fue de 130 mL/kg, y descendía a los 108 mL/kg a los 2 años<sup>34</sup>. El volumen medio de leche humana que toma un niño menor de 6 meses se estima en 0,78 L/día; como el 87% del volumen de leche humana es agua, los lactantes toman alrededor de 0,68 L/día (tabla 4).

De los 7 a los 12 meses de edad se estima que la ingesta de leche materna sería de 0,6 L/día, lo que supone 0,52 L de agua (un 87%). Basándose en la encuesta anterior, la ingesta de agua procedente de la alimentación complementaria y de otras bebidas, aparte de la lactancia, se estima en 0,32 L/día. Por ello, la ingesta adecuada diaria de agua sería de 0,32 L más 0,52 L, unos 0,8 L/día, que incluyen aproximadamente 0,6 L de líquidos en forma de fórmula o lactancia materna, zumos y agua.

Frente a estas recomendaciones de ingestas dietéticas de referencia (*dietary reference intakes* [DRI])<sup>30</sup>, el Panel Europeo de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) sobre Hidratación<sup>35</sup> indica que los valores de referencia de ingesta de agua en el primer semestre deben ser de 680 mL/día o 100-190 mL/kg. De los 6 a los 12 meses de edad, la EFSA recomienda un consumo de agua de 800-1.000 mL/día (tabla 5).

**Niños y adolescentes: de 1 a 18 años**

En general, las diferencias en contenido de agua corporal entre los niños, los adolescentes y los adultos son menores que entre los lactantes y los niños. Además, el incremento de la in-

gesta hídrica diaria entre los 2 y los 9 años es sólo de un 5-10%<sup>30</sup>. Las recomendaciones de ingesta adecuada de agua de las DRI se han basado en el consumo de ingesta diario a partir de los datos del estudio NHANES III<sup>36</sup>, teniendo en cuenta el agua consumida a partir de alimentos y bebidas, incluida el agua. En este sentido, las ingestas adecuadas por edades se establecen en 0,9 L/día para los niños de 1-3 años y en 1,2 L/día para los niños de 4-8 años. Los varones de 9-13 años necesitan 1,8 L/día, y los adolescentes de 14-18 años 2,6 L/día. Las mujeres de 9-13 años necesitan 1,6 L/día y las de 14-18 años 2,2 L/día.

Por su parte, el Panel Europeo de la EFSA estima unas necesidades diarias de agua algo distintas a las de las DRI, sobre todo en el grupo de 9-13 años de edad. El Panel tiene en cuenta las encuestas de consumo de líquidos de los países europeos, corregidas por una relación agua-energía deseable de 1 mL/kcal. Los valores recomendados se indican en la tabla 5. ■■■

## Bibliografía

- Haussinger D. The role of cellular hydration in the regulation of cell function. *Biochem J.* 1996; 313: 697-710.
- Jequier E, Constant F. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr.* 2010; 64: 115-123.
- Grandjean AC, Reimers CJ, Buyckx ME. Hydration: issues for the 21<sup>st</sup> century. *Nutr Rev.* 2003; 61: 261-271.
- Ritz P, Berrut G. The importance of good hydration for day-today health. *Nutr Rev.* 2005; 63: 6S-13S.
- Wells JC, Fewtrell MS, Davies PS, Williams JE, Coward WA. Prediction of total body water in infants and children. *Arch Dis Child.* 2005; 90: 965-971.
- Pivarnik JM, Palmer RA. Water and electrolyte balance during rest and exercise. En: Wolinsky I, Hickson JFJ, eds. *Nutrition in exercise and sport.* Boca Ratón, Filadelfia: CRC Press, 1994; 245-262.
- Fomon SJ, Nelson SE. Body composition of the male and female reference infants. *Annu Rev Nutr.* 2002; 22: 1-17.
- Altman PL. *Blood and other body fluids.* Washington: Federation of American Societies for Experimental Biology, 1961.
- Novak LP. Changes in total body water during adolescent growth. *Hum Biol.* 1989; 61: 407-414.
- Rose BD, Post TW. *Clinical physiology of acid-base and electrolyte disorders, 5.<sup>a</sup> ed.* Nueva York: McGraw-Hill Inc., 2001.
- Laaksonen DE, Nuutinen J, Lahtinen T, Rissanen A, Niskanen LK. Changes in abdominal subcutaneous fat water content with rapid weight loss and long-term weight maintenance in abdominally obese men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2003; 27: 677-683.
- Neufer PD, Sawka MN, Young AJ, Quigley MD, Latzka WA, Levine L. Hypohydration does not impair skeletal muscle glycogen resynthesis after exercise. *J Appl Physiol.* 1991; 70: 1.490-1.494.
- Wang Z, Deurenberg P, Wang W, Pietrobelli A, Baumgartner RN, Heymsfield SB. Hydration of fat-free body mass: review and critique of a classic body-composition constant. *Am J Clin Nutr.* 1999; 69: 833-841.
- Cogan MG. Homeostasia normal del agua. En: Cogan MA, ed. *Líquidos y electrolitos. Fisiología y fisiopatología.* México: Manual Moderno Ed., 1993; 89-113.
- López Novoa J, López Hernández F. Metabolismo hidromineral: agua y electrolitos. En: Gil A, ed. *Tratado de nutrición. Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición, 2.<sup>a</sup> ed.* Madrid: Ed. Médica Panamericana, 2010; 593-621.
- Johnson RE. Water and osmotic economy on survival rations. *J Am Diet Assoc.* 1964; 45: 124-129.
- Fomon SJ, Ziegler EE. Renal solute load and potential renal solute load in infancy. *J Pediatr.* 1999; 134: 11-14.
- Fomon S. Potential renal solute load: considerations relating to complementary feedings of breastfed infants. *Pediatrics.* 2000; 106 Supl 5: 1.284.
- Edelmann CM Jr, Barnett HL. Role of the kidney in water metabolism in young infants. *Physiologic and clinical considerations.* *J Pediatr.* 1960; 56: 154-179.
- Marild S, Jodal U, Jonasson G, Mangelus L, Odén A, Persson NG. Reference values for renal concentrating capacity in children by the desmopressin test. *Pediatr Nephrol.* 1992; 6: 254-257.
- Sands JM. Molecular mechanisms of urea transport. *J Membr Biol.* 2003; 191: 149-163.
- Popkin BM, D'Anci KE, Rosenberg IH. Water, hydration, and health. *Nutr Rev.* 2010; 68: 439-458.
- Winters RW. *Líquidos orgánicos en pediatría.* Barcelona: Jims, 1978; 131-137.
- Sawka MN, Young AJ, Francesconi RP, Muza SR, Pandolf KB. Thermoregulatory and blood responses during exercise at graded hypohydration levels. *J Appl Physiol.* 1985; 59: 1.394-1.401.
- Grandjean AC, Reimers KJ, Buyckx ME. Hydration: issues for the 21<sup>st</sup> century. *Nutr Rev.* 2003; 61: 261-271.
- Campbell SM. Hydration needs throughout the lifespan. *J Am Coll Nutr.* 2007; 26 Supl 5: 585-587.
- Manz F. Hydration in children. *J Am Coll Nutr.* 2007; 26 Supl 5: 562-569.
- Institute of Medicine of the National Academies. *Dietary reference intakes: water, potassium, sodium, chloride, and sulfate.* Washington: National Academies Press, 2004.
- Fusch C, Hungerland E, Scharrer B, Moeller H. Water turnover of healthy children measured by deuterated water elimination. *Eur J Pediatr.* 1993; 152: 110-114.
- Goellner MH, Ziegler EE, Fomon SJ. Urination during the first three years of life. *Nephron.* 1981; 28: 174-178.
- Agren J, Strömberg B, Sedin G. Evaporation rate and skin blood flow in full term infants nursed in a warm environment before and after feeding cold water. *Acta Paediatr.* 1997; 86: 1.085-1.089.
- Fusch C, Hungerland E, Scharrer B, Moeller H. Water turnover of healthy children measured by deuterated water elimination. *Eur J Pediatr.* 1993; 152: 110-114.
- Cohen RJ, Brown KH, Rivera LL, Dewey KG. Exclusively breastfed, low birthweight term infants do not need supplemental water. *Acta Paediatr.* 2000; 89: 550-552.
- Heller KE, Sohn W, Burt BA, Feigal RJ. Water consumption and nursing characteristics of infants by race and ethnicity. *J Public Health Dent.* 2000; 60: 140-146.
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA J.* 2010; 8: 1.459 [citado 31/1/11]. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/1459.pdf>
- US Department of Health and Human Services, National Center for Health Statistics, Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1994.