

Hidratación: Líquidos para la Vida

ILSI Norteamérica Una monografía
ILSI de México, A.C. de ILSI Norteamérica



Ann C. Grandjean
Sheila M. Campbell

ILSI Norteamérica/ILSI de México, A.C.

**Hidratación:
líquidos
para la vida**

Una monografía de ILSI Norteamérica

Ann Grandjean, EdD, FACN, CNS
Sheila Campbell, PhD, RD

© 2004 ILSI Norteamérica/ ILSI de México, A.C.

© 2006 Edición en español

ILSI de México, A.C.

Coordinación editorial: Dr. Carlos Lomelín y Jimena Tovar

Revisión y corrección de estilo: Bertha Trejo Delarbre

Todos los derechos reservados.

Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada en un sistema de recuperación, ni transmitida, en forma o medio alguno, electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o de otra forma, sin el previo permiso escrito del poseedor de los derechos de copia. El Instituto Internacional de Ciencias de la Vida - División Norteamérica (ILSI NA, International Life Sciences Institute, North America) no reclama derechos de copia en la Información del Gobierno de los Estados Unidos de América.

La autorización de fotocopiar artículos para uso interno o personal la otorga ILSI para bibliotecas y otros usuarios registrados en los Servicios de Reporte Transaccional del Centro de Acreditación de Derechos de Copiado, siempre que pague directamente \$ 0.50 por página copiada al Centro de Acreditación de Derechos de Copiado, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923. (508) 750-8400.

El uso de nombres de marcas y fuentes comerciales en este documento es sólo con fines de identificación y no implica aprobación de ILSI Norteamérica. Además, los puntos de vista aquí expresados son de los autores individuales y/o sus organizaciones y no necesariamente reflejan los de ILSI Norteamérica.

ILSI Norteamérica

One Thomas Circle. NW, 9º piso

Washington, D.C. 20005

ISBN 1-57881-182-1

Spanish version **ISBN 811074-S**

Impreso en México

Índice

Índice

Prólogo	v
Acerca de ILSI	vi
Agradecimientos	vii
Hidratación. Líquidos para la vida	1
Apéndice A	24
Apéndice B	25
Referencias	26

PRÓLOGO

Los poetas han llamado al agua elixir de la vida. Los científicos y médicos, más pragmáticos y menos dramáticos, la consideran un nutrimento. La descripción de los poetas podría ser más apropiada para el caso, ya que el agua ocupa el segundo lugar, después del oxígeno, como elemento esencial para la vida. Tal y como advierte un antiguo proverbio: Un hombre puede vivir tres semanas sin alimento, tres días sin agua, pero sólo tres minutos sin aire.

Miles han vivido
sin amor,
ni uno solo sin agua.

W.H. Auden
(1907-1973)

Durante años asumimos que nuestra sed bastaba para garantizar que bebiéramos la suficiente agua. Ahora se conoce el efecto del agua corporal y su balance y se reconocen las consecuencias perjudiciales de la reducción del agua corporal y el desequilibrio de electrolitos.

La incidencia de muertes en adultos jóvenes sanos; la creciente preocupación por la deshidratación de pacientes en asilos y otros hallazgos recientes de la investigación sobre el tipo y cantidad de líquido que dan soporte a la hidratación, aumentan el valor de esta monografía.

El principal artículo de revisión en la revista Nutrition Reviews de agosto de 2003, revisado por el Comité del Proyecto sobre Hidratación de ILSI Norteamérica, proporciona un breve pero profundo recuento sobre diversos aspectos de la hidratación. En su mayor parte, el contenido del artículo sigue vigente. Sin embargo, la reciente publicación, en 2004, del documento sobre valores nutrimentales de referencia para agua, potasio, sodio, cloruro y sulfato (Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate) por parte del Consejo de Alimentos y Nutrición (Food and Nutrition Board, FNB), volvió obsoleta la sección sobre recomendaciones nutrimentales. Además, por cuestiones de espacio se limitó la cobertura de algunos temas, en especial la información sobre fisiología básica y población específica. Debido a esto, el Comité del Proyecto sobre Hidratación de ILSI Norteamérica decidió publicar esta monografía.

Este documento ofrece a los lectores un panorama sobre el conocimiento actual relacionado con:

- las funciones del agua,
- los métodos para determinar el estado de hidratación,
- las fuentes de agua en la dieta,
- las consideraciones especiales para bebés, niños, individuos con mayor actividad física y personas de la tercera edad.

También se analizan los valores nutrimentales de referencia con respecto al agua, de acuerdo con lo establecido por la FNB. Para quienes deseen realizar lecturas adicionales sobre este tema y conocer explicaciones más detalladas, se proporciona una lista de referencias al final de este documento.

ILSI

El Internacional Life Sciences Institute (ILSI) es una organización científica, no lucrativa, con oficinas en África del Norte, África del Sur, Argentina, Brasil, China, Europa, India, Japón, Corea, México, Norandina, Norteamérica y Surandina. Por medio del trabajo cooperativo y la interacción de los científicos de la Academia, el gobierno, la industria y el consumidor, ILSI promueve el entendimiento y solución de problemas de interés común en las áreas de nutrición, toxicología, alimentos y seguridad ambiental.

ILSI está reconocida por la Organización Mundial de la Salud como un Organismo Consultivo Especializado no gubernamental y tiene el reconocimiento como ente consultivo especializado ante la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Para más información visite la página de internet: www.ilsi-mexico.org

AGRADECIMIENTOS

Esta monografía se realizó con el respaldo del Comité del Proyecto sobre Hidratación de ILSI Norteamérica. El Comité se estableció en 2001 para investigar aspectos generales sobre la hidratación, incluyendo el conocimiento científico de las fuentes de hidratación adecuadas, la relación entre los líquidos corporales y la enfermedad, así como la función de los alimentos y bebidas para mantener una hidratación adecuada.

El Comité agradece el invaluable respaldo de las consejeras científicas Dra. Ann Grandjean, del Centro de Nutrición Humana UNMC, y Dra. Suzie Harris, del Instituto de Nutrición Humana ILSI. Hace extensivo su sincero agradecimiento a la Dra. Sheila Campbell por su valiosa contribución al escribir este documento. También desea expresar su gran aprecio y gratitud a la Dra. Ann Grandjean como autora principal del documento. Asimismo, reconoce el dedicado trabajo del presidente del Comité, Dr. Maxime Buyckx, The Coca-Cola Company y de la Sra. Heather Hartland Steele, gerente del Comité.

ILSI Norteamérica
Comité del Proyecto sobre Hidratación

Cadbury Adams USA, LLC
Campbell Soup Company
The Coca-Cola Company
Danisco USA
Kraft Foods, Inc.
Nestlé, USA, Inc.
The Gatorade Company
Unilever Bestfoods NA

ILSI de México, A.C.

ILSI de México agradece el invaluable respaldo de los consejeros científicos, Lic. en Nutrición Ana Berta Pérez Lizaur, de la Universidad Iberoamericana (UIA); Dr. Salvador Villalpando Hernández, del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), y Dra. Roxana Valdés-Ramos, de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

El Comité también aprecia el dedicado esfuerzo del Ing. Eduardo Cervantes Cuevas y de la M. en C. Jimena Tovar, de Coca-Cola de México, así como del Dr. Carlos Lomelín, de ILSI de México.

Hidratación: Líquidos para la vida



El agua es, por mucho, la sustancia más abundante sobre la Tierra, así como en nuestros cuerpos. De hecho, de los 3.6 kilogramos que pesa en promedio un recién nacido, cerca de 2.7 kilogramos son agua. El líquido no sólo es abundante, sino que resulta esencial para la vida pues todos los procesos metabólicos ocurren en un medio acuoso.

Esta monografía revisa las funciones del agua y su distribución a través del cuerpo. También se ocupa de describir los desequilibrios de agua que ocurren en el organismo y presenta recomendaciones actuales para el consumo de agua, con especificaciones de acuerdo con la edad y el sexo.

Funciones y distribución del agua en el organismo

El agua, debido a sus múltiples propiedades, desempeña numerosas funciones corporales esenciales para la vida. Las principales propiedades del agua son:

- Transporta los nutrimentos y los desechos de las células y otras sustancias, como hormonas, enzimas, plaquetas y células sanguíneas. Gracias a ello, facilita tanto el metabolismo celular como el funcionamiento químico celular.
- Es un excelente solvente y medio de suspensión. Muchos sustratos se disuelven o llegan a estar suspendidos en agua, lo que les permite reaccionar para formar nuevos compuestos. Este atributo del agua también facilita la eliminación de productos de desecho y toxinas a través de la orina.
- Como solvente, se combina con moléculas viscosas para formar fluidos lubricantes para las articulaciones, las mucosas que lubrican los tractos digestivo y genitourinario, el líquido ceroso que lubrica las vísceras, así como la saliva y otras secreciones que lubrican los alimentos a su paso por el tracto digestivo.
- Absorbe el calor ante cualquier cambio en la temperatura, aun cuando éste sea relativamente pequeño. Dada su capacidad de almacenamiento térmico, el agua ayuda a regular la temperatura del cuerpo absorbiendo el calor y liberándolo a través de la producción y evaporación de transpiración.
- Es una unidad estructural importante del organismo. Mantiene la forma celular, constituye una parte integral de las membranas celulares, amortigua los órganos y ayuda a mantener las estructuras del cuerpo.

Distribución del agua en el cuerpo

La cantidad de agua en el cuerpo humano, llamada agua corporal total (ACT), varía con la edad, el sexo, la masa muscular y el tejido adiposo. En individuos sanos, el ACT sufre pocas modificaciones, excepto como resultado del crecimiento, el aumento o pérdida de peso, o condiciones tales como la gestación y la lactancia. Sin embargo, la cantidad de ACT varía significativamente de persona a persona, debido a una

diversidad de factores. La masa muscular en los adultos está conformada por alrededor de 70 a 75% de agua, mientras que el tejido adiposo constituye entre 10 y 40% del peso corporal. A ello se debe que las mujeres suelen tener un porcentaje de agua corporal menor que los hombres, pues poseen una proporción de grasa relativamente más alta; a medida que aumenta el tejido adiposo, la porción acuosa corporal disminuye (Laaksonen 2003).

Con el envejecimiento se reduce el ACT, debido sobre todo a la pérdida de masa muscular (Rose 2001). Por ejemplo, el agua ocupa 74% del organismo en una niña recién nacida, pero esa proporción desciende hasta 47% en una mujer de 51 años; un varón de la misma edad tiene 56% de agua. La tabla 1 muestra el efecto de la edad sobre el ACT en individuos de uno y otro sexo.

El ACT se divide en dos compartimientos. Todos los líquidos fuera de las células se denominan líquido extracelular (LEC), mientras que el agua en el interior de las células es llamado líquido intracelular (LIC). El LEC se subdivide, a su vez, tres compartimientos: el líquido intersticial, que constituye más de tres cuartas partes del LEC; el plasma, que conforma casi una cuarta parte, y el fluido transcelular, cuyo volumen es muy pequeño -aproximadamente de 1 a 2 litros- e incluye líquidos tales como el sinovial, el peritoneal, el pericárdico, el cerebroespinal y el intraocular.

Tabla 1. Agua Corporal Total como porcentaje del peso corporal total en diversos grupos de edad y sexo

Población	ACT como porcentaje del peso corporal promedio e intervalo
Recién nacido a 6 meses	74 (64-84)
6 meses a 1 año	60 (57-64)
1 a 12 años	60(49-75)
Varones de 12 a 18 años	59 (52-66)
Mujeres de 12 a 18 años	56 (49-63)
Varones de 19 a 50 años	59 (43-73)
Mujeres de 19 a 50 años	50 (41-60)
Varones desde 51 años	56 (47-67)
Mujeres desde 51 años	47 (39-57)

Fuente: FNB 2004; fuente original: Altman 1961.

Se conoce como LIC al conjunto de líquido que se halla dentro de cada una de los billones de células del cuerpo; por tanto, el LIC no es en realidad un solo compartimiento, pues por lo general se denomina así a una región del cuerpo con una composición química única o un funcionamiento único. Las células en varios tejidos difieren tanto en contenido como en concentración de soluto. Sin embargo, las concentraciones de sodio y cloruro son altas en el LEC y bajas en LIC. El potasio, por otra parte, es elevado en el LIC y bajo en el LEC. Debido a esta similitud, el líquido de todas las diferentes células es considerado como un gran compartimiento. El LIC es el medio en el cual ocurren los principales procesos celulares, como las reacciones enzimáticas; por tanto, el cuerpo se esfuerza por mantener un ambiente iónico estable.

El LEC funciona como conductor entre células y órganos y regula el volumen de LIC y la fuerza iónica. El líquido intersticial circula por los espacios que existen entre las células, vinculando el LIC con el compartimiento intravascular. Aunque el hueso y el tejido conectivo denso contienen aproximadamente 15% del ACT, este líquido se moviliza lentamente en comparación con los fluidos en otros compartimientos. En secciones subsiguientes de este documento se consideran el tamaño y la composición distintiva de estos compartimientos, los factores que mantienen sus características, así como las causas y efectos de posibles desequilibrios.

La cantidad de soluto dentro de un compartimiento determina el volumen o tamaño de éste. El intercambio de agua entre los dos compartimientos es controlado no sólo por diferencias osmóticas, sino por un balance de presiones oncóticas e hidrostáticas en ambos compartimientos. La presión oncótica se genera por coloides (principalmente proteínas plasmáticas) que son retenidos normalmente dentro del sistema vascular. La presión oncótica sobrepasa la presión hidrostática, lo que da como resultado que pequeñas cantidades de líquido atraviesen la barrera vascular. En la homeostasis o estado estable, el tamaño de cada compartimiento se mantiene en equilibrio. La composición de los líquidos en los diferentes compartimientos de fluido corporal es variable, como muestra la tabla 2.

Regulación de la hidratación

Para el mantenimiento de la función celular es importante regular la hidratación y el volumen celular (Lang y Waldegger 1997). Las células se adaptan a la presión osmótica externa a través de acumular iones inorgánicos de bajo peso molecular y osmolitos orgánicos (Häussinger 1996).

Tabla 2. Concentración de electrolitos en líquidos extracelular e intracelular

	Plasma		Líquido intersticial		Agua Plasmática		Agua celular en músculo	
	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)	(mEq/L)	(mmol/L)
Na ⁺	140	140	145.3	145.3	149.8	149.8	13	13
K ⁺	4.5	4.5	4.7	4.7	4.8	4.8	140	140
Ca ²⁺	5.0	2.5	2.8	2.8	5.3	5.3	1X10 ⁻⁷	0.5 X 10 ⁻⁷
Mg ²⁺	1.7	0.85	1.0	0.5	1.8	0.9	7.0	3.5
Cl ⁻	104	104	14.5	114.7	111.4	111.4	3	3
HCO ⁻	24	24	6.5	26.5	25.7	25.7	10	10
SO ²⁺	1	0.5	1.2	0.6	0.55	0.55	-	-
Fosfato	2	1.1 ^a	2.3	1.3 ^a	1.2 ^a	1.2 ^a	107	57 ^b
Proteína	15	1	8	0.5	1	1	40	2.5 ^c
Aniones								
Orgánicos	5	5 ^d	5.6	5.6 ^d	5.3 ^d	5.3 ^d	-	

^a El cálculo se basa en la suposición de que el pH del líquido extracelular es 7.4 y el pK de H₂PO₄ es 6.8.

^b La concentración molar intracelular de fosfato se calcula asumiendo que el pK de los fosfatos orgánicos es 6.1 y el pH intracelular es 7.0.

^c El cálculo se basa asumiendo que cada mmol de proteína intracelular tiene un promedio de 15 mEq, pero la naturaleza de las proteínas celulares no se conoce con claridad.

^d Se asume que todos los aniones orgánicos son univalentes.

Fuente: Oh y Uribarri 1999.

Los iones inorgánicos clave son el sodio, el potasio, el cloruro y el bicarbonato. El sodio, principal ion extracelular, es el osmolito primario que mantiene el volumen total de agua corporal y la relación entre el volumen de líquido extra e intracelular. Los volúmenes de líquido de los compartimientos extracelulares principales -plasma y líquido intersticial- dependen más del sodio corporal total y sus aniones correspondientes (principalmente cloruro y bicarbonato). Éstos constituyen de 90 a 95% de las partículas totales osmóticamente activas en el líquido extracelular (Valtin y Schafer 1995). Las alteraciones del contenido de sodio corporal total se manifiestan por cambios en el volumen extracelular. Por su parte, la alteración del contenido de agua corporal se expresa como una perturbación en la concentración del sodio sérico. Si bien debido a su peso las proteínas del plasma son un componente principal de éste (aproximadamente 70 g/L), su contribución a la osmolalidad total del plasma es menor de 1%. Como las membranas celulares son permeables al agua, el movimiento del agua entre LIC y LEC es controlado por la osmolalidad de cada compartimiento.

Además de los iones inorgánicos, algunas células acumulan o liberan compuestos orgánicos en respuesta a la hinchazón o a la contracción celular (Häussinger 1996; Lang y Waldegger 1997). Sólo existen unas cuantas clases de osmolitos poliólicos orgánicos, como el inositol y el sorbitol; metilaminas, como la betaína y la *α*-glicerofosocolina, y ciertos aminoácidos, como la taurina. Éstos no alteran el metabolismo celular, incluso en concentraciones elevadas.

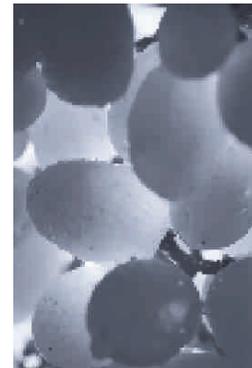
Como el mantenimiento de la osmolalidad normal de la sangre (280 mOsm/kg H₂O) es vital, el organismo tiene varios mecanismos para asegurar el equilibrio del agua. Un aumento en la osmolalidad sanguínea, incluso tan pequeño como de 1 o 2%, causa que el hipotálamo secrete vasopresina, hormona que estimula la sed y provoca una fuerte urgencia por beber. Al mismo tiempo, la glándula pituitaria secreta la hormona antidiurética, que provoca que los riñones concentren orina y minimicen el volumen de ésta. El estado de hidratación y las clasificaciones de deshidratación son determinados, en parte, por la distribución de agua entre estos dos compartimientos.

Equilibrio, intercambio y desequilibrio del agua

El equilibrio del agua corporal es el resultado del equilibrio entre el consumo y la pérdida de agua (Mudge y Weiner 1990). Cuando el ingreso y el gasto son iguales, se mantiene el equilibrio. Asumiendo que hay líquidos disponibles, la sed provoca su consumo. Si no hay condiciones inusuales que obstruyan las principales rutas de pérdida de agua, el equilibrio se mantiene. Los términos hidratación y euhidratación se emplean para describir el estado de equilibrio de agua.

Los trastornos de menor importancia en el estado de hidratación son difíciles de medir (Shirreffs 2000; Speedy 2001). Puesto que el organismo procura mantener el volumen plasmático y restablecer la homeostasis, los biomarcadores son transitorios en cualquier punto durante el proceso de deshidratación e hidratación. Como tal, la sensibilidad de un biomarcador dado variará de acuerdo con la duración y gravedad de la deshidratación (Francesconi et al. 1987; Walsh et al. 1994). Diversos investigadores han tratado de medir el estado de hidratación por medio de marcadores bioquímicos (Francesconi et al. 1987; Armstrong et al. 1994; Walsh et al. 1994; Bergeron et al. 1995; Gorelick et al. 1997; Pollock et al. 1997; Armstrong et al. 1998; Shirreffs y Maughan 1998; Grandjean et al. 2000; Popowski et al. 2001), pero ninguno ha identificado una correlación inequívoca o puntual ante pequeños cambios en el peso corporal.

Así como los análisis de sangre y orina son la piedra angular de la evaluación clínica de la hidratación, el cambio en el peso corporal permanece como el sustituto más universal, válido, económico y factible para medir el cambio de agua corporal. Las técnicas de dilución e impedancia podrían ofrecer nuevas oportunidades de investigación, pero tienen un uso práctico limitado. Al margen de la técnica que se elija, evaluar el estado de hidratación con diversos métodos aumenta la validez de



la medición. A continuación se comentan brevemente algunos de los métodos disponibles.

Métodos para evaluar la hidratación.

Técnicas de dilución e impedancia. En teoría, las técnicas de dilución para evaluar el ACT brindan la oportunidad de medir de manera directa los cambios en el estado de hidratación. Sin embargo, para ello se requiere realizar mediciones repetidas, pues una sola no permite conocer dicho estado. En consecuencia, los requisitos técnicos, el costo y las demandas del individuo evaluado hacen que este método resulte poco práctico para un uso rutinario. Las técnicas de dilución utilizan marcadores como la antipirina, el óxido de deuterio (D₂O) y el agua tritiada (AT). El análisis de impedancia bioeléctrica (AIB) y la espectroscopia de impedancia bioeléctrica (EIB) emplean corriente eléctrica para medir la conductividad de los tejidos corporales.

Por lo general, la medición de ACT no es el objetivo en sí mismo. Las aplicaciones comunes consisten en predecir la masa libre de grasa en el caso del AIB. Si se usa óxido de deuterio en combinación con ¹⁸O se puede predecir el gasto energético total (GET). A los inconvenientes mencionados en las técnicas de dilución e impedancia, se suman los riesgos de cometer errores en la medición y la falta de validación en todas las poblaciones (Zappe et al. 1993; Valtin 1995; Koulmann et al. 2000; FNB 2004). Se estima que el margen de error de medición en la técnica de dilución es aproximadamente de 1 a 2% (Thomas et al. 1999). Se sabe que la AIB y la EIB varían de la técnica de dilución de 2 a 3 litros (Schoeller 1996; Ellis y Wong 1998). Además, la resolución de la AIB disminuye con la pérdida de líquido isotónico (FNB 2004). En síntesis, las técnicas de dilución e impedancia pueden proporcionar nuevas oportunidades de investigación, pero su uso práctico es limitado.

Indicadores de plasma. La osmolalidad de plasma está estrechamente controlada por los sistemas homeostáticos y es la señal fisiológica primaria para regular el equilibrio del agua. La osmolalidad del plasma rara vez varía más de +2%, con 280 a 290 de mOsm/kg como "punto de ajuste". Sin embargo, con el envejecimiento se da un incremento en este "punto de ajuste" y la variabilidad entre las personas también aumenta con la edad. En la deshidratación severa se eleva la osmolalidad del suero. Aunque la osmolalidad se usa con frecuencia, el volumen del plasma puede ser más sensible que la osmolalidad del suero durante la deshidratación (Shirreffs y Maughan 1998).

Para evaluar el estado de hidratación se usan otros índices sanguíneos, tales como la testosterona, la adrenalina, la noradrenalina, el cortisol, el péptido atrial natriurético, la aldosterona, el nitrógeno de urea en sangre (NUS), la relación de NUS/creatinina, el sodio, el potasio, el hematocrito y la proteína del plasma (Lavizzo-Mourey et al. 1988; Dauterman et al. 1995; Hackeny et al. 1995; O'Brien et al. 1996; Shirreffs y Maughan 1998; Speedy et al. 2001). La elección de uno u otro parámetro sanguíneo depende de la situación, y los hallazgos deben corroborarse con cambios de peso y signos clínicos, lo cual aumenta la validez del marcador.

Indicadores en la orina. Con frecuencia, la orina se utiliza para evaluar el estado de hidratación (Francesconi et al. 1987; Armstrong et al. 1994; Walsh et al. 1994; Wilmore y Costill 1994; Weinberg y Minaker 1995; Arant 1996; Pollock et al. 1997; Shirreffs y Maughan 1998; Yankanich et al. 1998; Popowski et al. 2001). Se ha reportado que las mediciones urinarias, tales como la gravedad específica y la osmolalidad son más indicativas de niveles moderados, no agudos, de deshidratación real o inminente, que las mediciones de sangre, como el hematocrito, la osmolalidad del suero o el sodio plasmático (Walsh et al. 1994; Armstrong et al. 1998; Popowski et al. 2001). El color de la orina se ha correlacionado con la gravedad específica de la orina y la osmolalidad en estudios de campo (Armstrong et al. 1994; Popowski et al. 2001). Estos dos indicadores muestran con cierto retraso los cambios de osmolalidad que ocurren en el plasma durante la deshidratación aguda (<4 horas)

(5% peso corporal) (Francesconi et al. 1987), de ahí que la validez de los marcadores de orina depende de las condiciones clínicas o de investigación. Además, la función renal disminuye con la edad, por lo que la concentración y volumen de orina no son los mejores indicadores del estado de hidratación en los adultos mayores.

El volumen de orina varía inversamente con la hidratación, por lo que se usa con frecuencia como un indicador del estado de hidratación. La eliminación de orina de unos 100 mL/hora indica un estado hidratado. Es probable que la excreción de un volumen mayor (300 a 600 mL/hr) indique una ingestión excesiva de líquidos. Se habla de deshidratación cuando hay eliminación de menos de 30 mL/hr. Aunque es un buen indicador, el inconveniente de requerir la recolección de 24 horas y la posible pérdida potencial de ciertas cantidades de muestra hacen del volumen de orina un índice poco utilizado. Como en el caso de la sangre, la selección del parámetro de orina que se va utilizar como índice depende de la situación y debe corroborarse con los cambios de peso y otros signos clínicos a fin de aumentar su validez.

Cambios en el peso corporal. Mientras que los análisis de orina y sangre son la piedra angular de la evaluación clínica de la hidratación, el cambio de peso corporal permanece como el indicador más universal, válido, económico y factible de los cambios en el agua corporal. Un elemento esencial en la medición del peso corporal es controlar los factores que podrían confundir los resultados. Si dicho control es apropiado, los cambios en el peso corporal pueden proporcionar una estimación más sensible de las variaciones en el ACT que mediciones repetidas por los métodos de dilución (Gudivaka et al. 1999). Independientemente del método elegido, realizar una serie de mediciones incrementa la validez de la evaluación del estado de hidratación.

Como se indicó con anterioridad, el equilibrio del agua corporal es el resultado neto entre la ganancia y la pérdida. Por lo general, frente a un desequilibrio por insuficiencia de líquidos, los adultos sanos responden aumentando la ingestión de éstos y concentrando la orina para reducir su eliminación. En consecuencia, tal desequilibrio por lo general es de corta duración y se autolimita. Sin embargo, una variedad de factores influyen tanto en la pérdida como en el consumo de agua. Por tanto, éstos tienen el potencial de impactar en forma negativa en la hidratación.

Pérdida de agua. En condiciones de temperatura templada, los individuos sedentarios o con escasa actividad pierden agua a través de la orina, las heces, la respiración y la evaporación. La cantidad mínima de pérdida de líquido que puede ocurrir se conoce como pérdida obligatoria de agua. Hay una gran variedad de factores que puede determinar esta pérdida; por ejemplo, la pérdida obligatoria de orina ocurre por la necesidad de eliminar varios solutos del cuerpo. El mínimo de agua requerida para la orina depende de la carga diaria excretora de soluto -que está determinada principalmente por la dieta- y la concentración urinaria máxima alcanzable (Howard 1998; Singer y Brenner 1998). La capacidad de concentración urinaria varía con la edad (Bergmann et al. 1974; Phillips et al. 1984) y con la presencia de alguna enfermedad renal. En condiciones normales, la pérdida de agua a través de las heces es muy pequeña: apenas unos 100 mL/día (Alper 1968; FNB 1989).

Factores que determinan la pérdida de agua

Pérdida insensible de agua. La pérdida por evaporación del agua que pasa a través de la piel (difusión transepidermica) y el líquido que se elimina a través del tracto respiratorio son denominadas pérdida insensible de agua, que se correlaciona con la disipación de calor metabólico (Benedict y Root 1926; Johnston y Newburgh 1930). Aun cuando el gasto energético y el área de superficie corporal sean iguales, la pérdida insensible de agua a través de la piel y los pulmones varía. La humedad y la temperatura ambiental, la presión barométrica, la altitud, el volumen de aire inspirado, las corrientes de aire, la ropa, la circulación sanguínea a través de la piel y el contenido de agua en el cuerpo pueden afectar la pérdida insensible de agua



(Newburgh y Johnston 1942). El volumen de agua respiratoria, por ejemplo, se modifica de acuerdo con la actividad física, la hipoxia y la hipercapnia. La actividad física tiene un mayor efecto que las condiciones ambientales sobre la pérdida insensible de agua y la pérdida por sudor (ver figura 1).

Cuando la radiación no es adecuada para disipar el exceso de calor corporal, ocurre la sudoración. En condiciones de estrés térmico y/o físico, la evaporación de agua a través del sudor se convierte en el principal medio de pérdida de calor, en un intento del organismo por mantener la temperatura ideal. Una persona físicamente activa que viva en un clima cálido puede perder varios litros de sudor al día. (Ver, más adelante, la sección sobre niños y adultos físicamente activos).

Pérdida urinaria de agua. Los riñones son capaces de conservar agua durante periodos de privación y de excretarla cuando hay una excesiva ingestión de líquidos, lo que los convierte en el principal determinante del equilibrio del ACT. Además, estos órganos desempeñan un papel central en el mantenimiento del equilibrio de los solutos. El equilibrio entre solutos e ingestión de agua, y solutos y excreción de agua, determina la osmolalidad de los diferentes compartimientos corporales.

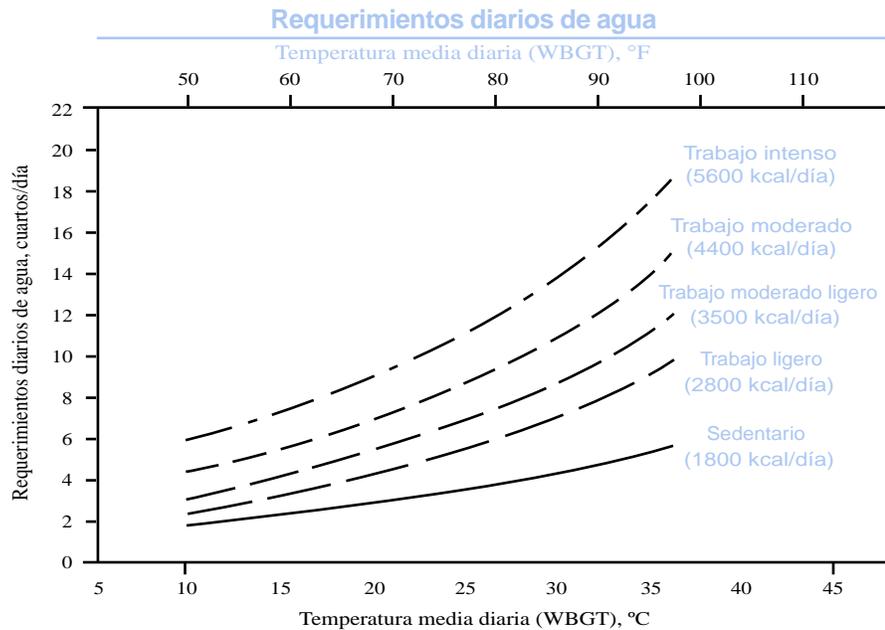


Figura 1. Requerimientos aproximados de agua al día en función de la temperatura climática (Temperatura de Globo y Bulbo Mojado: Wet Bulb Globe Temperature, WBGT) y gasto total de energía (kcal). Reproducido con autorización de Sawka y Montain (2001). Copyright 2001, International Life Sciences Institute.

*Nota del editor: un cuarto (*quart*) equivale a 0.9463 litros.

La cantidad mínima de pérdida de agua a través de los riñones es la cantidad requerida por la carga renal de solutos (CRS). La CRS se refiere a todos los solutos, la mayoría derivados de la dieta, que deben ser excretados por los riñones. En condiciones estables, la excreción diaria de solutos debe ser igual a la carga diaria de solutos. La excreción de la CRS requiere de la eliminación de una cierta cantidad de agua como orina. Por lo tanto, la cantidad de agua urinaria obligatoria depende tanto de la CRS como de la capacidad de concentración renal. Las principales contribuciones a la CRS en los adultos provienen de la urea, el sodio, el cloruro y el potasio. Cuando se conoce la composición de la dieta, la CRS para adultos se puede calcular de la siguiente manera:

CRS (mOsm) = [proteína (g) x 5.7] + [sodio (mEq)] + [potasio (mEq)] + [cloruro (mEq)] (Fomon y Ziegler 1999).

En los adultos, la excreción usual de solutos oscila entre 600 y 900 mOsm/día. La capacidad máxima de concentración renal es de unos 1,200 mOsm/kg de agua. A su vez, la eliminación mínima de orina es de aproximadamente 500 mL/día. En contraste, si un individuo fuera incapaz por completo de concentrar la orina, la misma carga de soluto de 600 mOsm/día requeriría 8 L/día de agua urinaria. Incluso cuando hay una tasa fija de excreción de solutos, la pérdida de agua obligatoria por vía renal no es constante, pues depende también de la capacidad de concentración renal. Más aún, en el caso de que haya una CRS constante y una capacidad de concentración normal, el volumen de orina estará determinado por la ingestión de líquidos.

Pérdida fecal de agua. Aun cuando puede haber variaciones, las heces normales contienen aproximadamente 70% de agua, en tanto las heces duras poseen entre 40 y 60% (Devroede 1993). Se estima que, en condiciones normales, la pérdida fecal de agua de un adulto es de 100 mL diarios. En caso de diarrea, las pérdidas son mayores.

Pérdidas patológicas. Las pérdidas patológicas de líquido y electrolitos incluyen pérdidas a través del tracto gastrointestinal, la piel, los pulmones y los riñones. Entre las pérdidas anormales del tracto gastrointestinal están la diarrea, el vómito, el drenaje gástrico y la salida por fístula. Una pérdida anormal por la piel puede ocurrir debido a la fiebre, el incremento en el metabolismo y las quemaduras. La fiebre y la hiperventilación pueden aumentar la pérdida de agua por los pulmones. Además, es posible perder cantidades anormalmente elevadas de agua a través de los riñones debido a terapia diurética o a ciertas deficiencias hormonales. El drenaje de la cavidad pleural y peritoneal, el sangrado, la filtración de quemaduras y la pérdida de fluido durante la diálisis son algunas de las pérdidas patológicas misceláneas. A su vez, algunas terapias médicas, como las camas de oxígeno seco de aire fluidizado, la fototerapia y los calentadores de radiación, incrementan las pérdidas insensibles de agua (Breslow 1994; Anderson 2000).



Hidratación

Como se ha visto, existen muchas rutas para perder agua corporal; por el contrario, bajo condiciones normales sólo hay dos caminos para obtenerla: la producción de agua metabólica y el consumo oral.

Producción metabólica. El agua metabólica es un subproducto del metabolismo y es proporcional al gasto de energía con ajuste menor para el sustrato específico oxidado. Por tanto, a mayor gasto de energía mayor volumen de agua metabólica. Extrapolando los datos disponibles, un gasto energético de ~2,500 kcal/día rinde unos 250 mL/día de agua metabólica.

Consumo. El agua que proviene de los alimentos que comemos y de los líquidos que bebemos constituye casi la totalidad -salvo una pequeña porción- del agua diaria que utiliza el organismo. Los datos de encuestas nacionales en Estados Unidos muestran que de 20 al 25% del agua ingerida día con día proviene de los alimentos y entre el 75 al 80%, de las bebidas (FNB 2004). Sin embargo, existe una variabilidad significativa. Por ejemplo, cifras de NHANES III revelan que el consumo promedio diario de agua a través de los alimentos entre los varones de 31 a 50 años es de 761 mL/día; la contribución del primer percentil de alimentos es de 264 mL/día, mientras que el percentil 99 para la misma edad promedia 1,519 mL/día.

También se observa una variación considerable en la cantidad de agua que se bebe a diario. Entre los hombres de 31 a 50 años el consumo promedio (incluyendo agua simple) es de 3,089 mL/día, con los percentiles 1 y 99 de 1,054 mL y 7,114 mL, respectivamente.

Desequilibrio del agua en el organismo

Pese a las grandes variaciones en el consumo y las pérdidas, el cuerpo procura mantener la homeostasis de líquidos y electrolitos. Sin embargo, las condiciones físicas, conductuales y ambientales pueden provocar que se sobrepasen los límites de los mecanismos homeostáticos, lo que da lugar a desequilibrios de líquidos y electrolitos. Los desequilibrios de agua, la deshidratación y la toxicidad por agua se definen sobre la base de la cantidad de sales y agua perdidas o ganadas.

La deshidratación puede afectar de manera desfavorable el funcionamiento físico y mental. Además, se le ha señalado como factor de riesgo que contribuye a desencadenar o exacerbar algunas enfermedades.

La deshidratación se clasifica según la cantidad de sales perdidas en relación con la pérdida de agua. Las tres clasificaciones generales de la deshidratación son: isotónica, hipertónica e hipotónica. Las pérdidas netas de sal y agua son iguales en la hidratación isotónica. Por su parte, la pérdida de agua es desproporcionada a la pérdida de sal, tanto en la deshidratación hipotónica como en la hipertónica.

Tabla 3. Clasificación de la deshidratación

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

Si se considera una pérdida fija de ACT, las alteraciones netas en la composición corporal ocurren en el volumen intracelular (VIC) y el volumen extracelular (VEC). En la deshidratación isotónica, el VIC se mantiene, mientras que el VEC se reduce. Tanto el VEC como VIC disminuyen en la deshidratación hipertónica y la merma del VIC depende de la magnitud de la hipertonicidad. En la deshidratación hipotónica, el VEC desciende significativamente, mientras el VIC aumenta.

Deshidratación isotónica. La deshidratación isotónica ocurre cuando se pierden agua corporal y sodio en cantidades iguales (Reese 1991). Las pérdidas de líquido gastrointestinal por diarrea, vómito, succión nasogástrica o salida excesiva a través de ostomía ponen a las personas en riesgo de deshidratación ya que la pérdida de líquidos gastrointestinales provoca pérdida de agua y electrolitos.

Deshidratación hipertónica. La deshidratación hipertónica ocurre cuando hay sólo pérdida de agua o cuando las pérdidas de agua son mayores que las de sodio (Reese 1991). Este tipo de deshidratación se conoce también como deshidratación hipernatrémica, déficit de agua y deshidratación por disminución de volumen.

La deshidratación hipertónica puede darse siempre que el agua corporal se pierda a través de:

- Condiciones como temperatura ambiental elevada, ejercicio, quemaduras, rasaduras de la piel, taquipnea o fiebre.
- Terapias tales como camas de aire fluidizado de oxígeno seco, fototerapia y uso de calentadores de radiación.
- Medicamentos que incrementan la pérdida de agua corporal o provocan sed o diarrea (Breslow 1994; Anderson 2000).

Deshidratación hipotónica. Cuando la pérdida de sal es mayor a la pérdida de agua, se trata de una deshidratación hipotónica (Reese 1991). Ésta puede deberse al empleo de diuréticos junto con una dieta baja en sodio. Otras causas incluyen deficiencia glucocorticoide, hipotiroidismo y síndrome de secreción inapropiada de hormona antidiurética (Kugler 2000).

Existen otros términos utilizados para denominar la pérdida de agua y de electrolitos: déficit de agua y electrolitos, deshidratación hiponatrémica y disminución de volumen y electrolitos.

La toxicidad aguda por agua (o intoxicación con agua) puede ocurrir cuando el consumo de líquidos sobrepasa la capacidad de los riñones para eliminar el exceso de líquido. La tasa de excreción máxima de los riñones varía de 0.7 a 1.0 L/hora (FNB 2004). La intoxicación con agua puede conducir a la hiponatremia y pone en riesgo la vida. De hecho, se han reportado casos de intoxicación con agua, hiponatremia y muertes en pacientes psiquiátricos (De Leon et al. 1994), en niños (Keating et al. 1991; Arieff y Kronlund 1999), entre personal militar (Gardner y Gutmann 2002) y en situaciones de riesgo social (Arieff y Kronlund 1999).

Se suele instar con vehemencia a las personas físicamente activas a ingerir líquidos adecuados para evitar la deshidratación. Sin embargo, en algunos casos promover sin más el consumo de líquidos implica el riesgo de consumir agua simple, que puede conducir a la hiponatremia. Este tipo de hiponatremia (sodio sérico <135 mmol/L) (Montain et al. 2001) ocurre cuando el individuo, en un esfuerzo para evitar el golpe de calor, bebe copiosas cantidades de agua sin tomar en cuenta el nivel de sodio de ésta, lo que le lleva a un consumo inadecuado de sales. Lo anterior ocurre, por lo general, durante un esfuerzo prolongado como maratones, excursionismo recreativo y entrenamiento militar (Montain et al. 2001). Si es grave, la hiponatremia puede llevar a la congestión pulmonar y la inflamación cerebral. Los síntomas del sistema nervioso central son: dolor de cabeza, fatiga, anorexia, letargia, confusión, desorientación, hiperirritabilidad, náusea, vómito, ataques y coma. Los síntomas músculo-esqueléticos incluyen calambres, contracción muscular y debilidad. Irónicamente, los síntomas se parecen a los del golpe de calor, lo que implica un riesgo de que se traten como una deshidratación, hecho que empeoraría la situación.

Intentar una corrección urgente de la hiponatremia crónica llega a ser peligroso, ya que puede derivar en edema cerebral y convulsiones. En la mayoría de los casos, la hiponatremia puede tratarse sin secuelas posteriores, pero en casos extremos de sobrecarga de agua (intoxicación con agua), la situación es fatal (Montain et al. 2001). Al respecto, existen diversas publicaciones sobre la hiponatremia que contribuyen a establecer una discusión más profunda en torno a este tema (Garigan y Ristedt 1999; O'Brien et al. 2001).

Requerimientos y recomendaciones



La primera tabla con valores de ingestiones diarias recomendadas, IDR (RDA por su denominación en inglés: Recommended Dietary Allowances) se publicó en 1941 y desde entonces se ha ido actualizando con el paso de los años. Su versión más reciente es la décima edición, publicada en 1989. Las IDR se han ido aplicando de manera mucho más amplia de lo que se previó originalmente, al punto de convertirse en la norma para planear y evaluar dietas en Estados Unidos. En 1994, el Instituto de Medicina de ese país anunció su propósito de revisar y expandir las IDR y establecer sus valores nutrimentales de referencia, VNR (en inglés, Dietary Reference Intakes, DRI) (FNB 1994), que se publicaron por primera vez en 1997. Los valores nutrimentales de referencia son más completos, pues además de las IDR incorporan el requerimiento nutrimental promedio, RNP (EAR por su nombre en inglés: Estimated Average Requirement); la ingestión diaria sugerida, IDS (Adequate Intake, AI) y el límite superior de consumo, LSC (Upper Level, UL).

La IDR de un nutrimento es el promedio de ingestión diaria que resulta suficiente para cubrir el requerimiento del nutrimento de casi todos los individuos sanos (97 a 98%) en un grupo particular de edad y sexo.

Para establecer una IDR, es necesario determinar primero el RNP de ese nutrimento. A su vez, para definir un RNP debe existir un indicador específico o criterio de adecuación. Además, deben estar disponibles los datos producto de investigaciones que permitan determinar un nivel que cubra las necesidades nutrimentales de la mitad de los individuos sanos de determinado sexo en cierta etapa de la vida. Los datos sobre los requerimientos de agua se consideran insuficientes o inadecuados para establecer un RNP, por lo que se optó por una IDS en lugar de una IDR.

Una IDS se basa en los niveles de consumo derivados experimentalmente o en aproximaciones de ingestión promedio observadas en personas saludables. Se espera que una IDS cumpla o exceda la cantidad necesaria para mantener un estado de nutrición definido o criterios de adecuación, esencialmente en todos los miembros sanos de un grupo específico de población.



Como se indicó en el reporte de valores nutrimentales de referencia para agua y electrólitos, hay menos certidumbre sobre el valor IDS que acerca del valor IDR, debido al hecho de que las IDS dependen en mucha mayor medida de elementos de juicio. En consecuencia, las IDS deben utilizarse con mayor cuidado que las IDR.

Un requerimiento es la cantidad mínima necesaria de un nutrimento para llegar al punto fisiológico predeterminado, en este caso, la hidratación. Cabe señalar que los valores nutrimentales de referencia contemplan la ingestión de nutrimentos encaminados a cumplir el requerimiento de dicho nutrimento para la mayoría de los miembros saludables de una población específica, como en el caso, por ejemplo, de hombres de 19 a 50 años, o niñas entre 9 y 13 años.

La cantidad de agua necesaria para reemplazar las pérdidas es el requerimiento absoluto. Como los requerimientos no se pueden predecir con precisión, excepto bajo condiciones controladas, las recomendaciones son parámetros que se emplean en la evaluación y la planificación de dietas para individuos y grupos y, por ende, para establecer políticas.

A partir de los estudios que se han ocupado de medir la pérdida, ingestión y equilibrio de los líquidos, se han establecido promedios, desviaciones estándar e intervalos. Sobre la base de estos datos se han elaborado enunciados, tablas y figuras para ejemplificar la cantidad de líquido ganado y perdido por hombres y mujeres de diversas edades y bajo distintas condiciones. Sin embargo, tales recomendaciones no constituyen requerimientos.

Recomendaciones de agua

Los requerimientos de agua están determinados por el metabolismo del individuo, las condiciones ambientales y el grado de actividad. Por lo tanto, son extremadamente variables. No sólo los requerimientos cambian de un individuo a otro, sino que pueden variar para una misma persona día con día. Tal y como se afirma en el documento que establece los valores nutrimentales de referencia, "no hay un nivel único de consumo de agua que pueda asegurar la hidratación adecuada y la salud óptima para la mitad de todas las personas aparentemente sanas en todas las condiciones ambientales" (FNB 2004). Por ello, el Panel sobre Ingestiones Dietéticas de Electrólitos y Agua (FNB 2004) estableció IDS para diversas etapas de la vida, que se presentan a continuación.

Tal vez las conclusiones más significativas que se obtienen del examen de los requerimientos de agua corresponden a las limitaciones de los datos científicos y a la magnitud de la variabilidad entre los individuos (Newburgh et al. 1930; Grandjean et al. 2000; Grandjean et al. 2003). Es importante tener en cuenta lo anterior cuando se consideran las recomendaciones, ya que éstas no son necesariamente requerimientos, aunque las dos palabras con frecuencia se utilizan, equivocadamente, en forma indistinta.

Lactantes. Para un lactante sano, el requerimiento de agua es probablemente de 75 a 100 mL/kg/día, pero debido a los numerosos factores que aumentan el riesgo de deshidratación en los bebés, se recomienda un consumo de líquidos es de 150 mL/kg/día (Heird 2004). En consecuencia, para un niño de seis meses de edad y cinco kilogramos de peso se recomiendan unos 750 mL de diarios de líquido.

Si las recomendaciones para adultos fueran proporcionales a las que se han establecido para los lactantes (150 mL/kg), la ingestión recomendada de agua para un adulto de 70 kilogramos sería de 10.5 L/día. ¿Por qué son tan desproporcionados los requerimientos de los lactantes?

Una gran proporción del peso del bebé es agua. Al nacer, ésta representa, en promedio, 74% y disminuye a cerca de 60% a los seis meses. (Ver en la tabla 1 los valores de ACT en diversos grupos por edad y sexo). Además del elevado porcentaje de ACT, los bebés de 0 a 12 meses difieren fisiológicamente de los adultos y los niños. Las principales diferencias de los lactantes con respecto a los niños y los adultos son:

- Mayor relación entre área de superficie y masa corporal.
- Mayor tasa de retorno de agua.
- Menor desarrollo del aparato de sudoración.
- Capacidad limitada para excretar solutos.
- Menor capacidad para expresar la sed.
- Relación proporcionalmente más alta de líquido extracelular.
- Nivel más elevado de sodio y cloruro corporal total.
- Nivel más bajo de potasio, magnesio y fosfato.

La tasa de intercambio de líquido es siete veces mayor en los lactantes que en los adultos. En tanto, la tasa de metabolismo es el doble respecto al peso corporal. Los riñones de los recién nacidos están inmaduros y, por lo tanto, tienen menor capacidad para excretar solutos. En bebés sanos nacidos a término, el desarrollo funcional de la nefrona es incompleto hasta el primer mes y los túbulos no maduran sino hasta que ha cumplido cerca de cinco meses de edad. Además, en esa etapa la producción de la hormona antidiurética vasopresina por la glándula pituitaria es limitada. Combinados, estos factores disminuyen la capacidad del recién nacido para concentrar orina en forma suficiente y así conservar el agua del cuerpo. En consecuencia, en esta primera etapa de su vida los niños son más vulnerables a desequilibrios de líquido y electrólitos (Wong 2003). Debido a la mayor vulnerabilidad se otorga especial

atención la carga de solutos de la fórmula, así como a los signos de deshidratación y su tratamiento oportuno.

Como se indicó previamente, la carga renal de solutos (CRS) se refiere a todos los solutos de origen endógeno o de la dieta que requieren excreción a través de los riñones. En el caso de los recién nacidos, los expertos recomiendan utilizar como indicador la carga renal potencial de solutos (CRPS), que se refiere a solutos originados en la dieta que necesitarían ser excretados en la orina si ninguno de ellos fuera usado para sintetizar tejido nuevo y no hubiera pérdida a través de rutas no renales. La CRPS se expresa en miliosmoles (mOsm) y ña fórmula para determinarla se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Cálculo de la carga de potencial de soluto renal (CPSR)

$$\text{CPSR} = \text{N}/28 + \text{Na} + \text{Cl} + \text{K} + \text{Pd}$$

N/28 representa los solutos de nitrógeno (mmol) basados en la suposición de que el número modal de átomos de N por molécula sea 2.

Pd (fósforo disponible) es igual al P total excepto en las dietas basadas en soya, en las cuales Pd es aproximadamente 2/3 del fósforo total.

Fuente: Fomon y Ziegler 1999.

Se asume que el fósforo disponible constituye el fósforo total en las fórmulas preparadas a partir de leche y dos tercios de fósforo en fórmulas elaboradas a base de soya (Fomon y Ziegler 1999; Klein 2002), pues en este segundo caso la mayor parte del fósforo de los fitatos no se absorbe.

Es poco probable que existan dificultades con la carga de solutos en niños sanos alimentados con leche materna o con fórmulas preparadas correctamente. Los problemas pueden ocurrir cuando: a) una temperatura ambiente elevada o la fiebre aumentan la pérdida por evaporación; b) ocurre vómito y/o diarrea; c) la fórmula en polvo no se diluye apropiadamente, o d) se reduce el volumen de líquido consumido.

Como se indicó antes, en el caso del agua sólo se han establecido IDS. El método utilizado para determinar las IDS para bebés se basa en la cantidad promedio consumida generalmente por niños nacidos a término, con madres sanas y bien alimentadas y que sólo les proporcionan leche materna. La IDS para bebés de cero a seis meses es 0.7 L/día. El volumen promedio de leche materna consumida durante los primeros seis meses se estima en 0.78 L/día y sirve como base de la IDS. Asumiendo que sólo se consume leche materna y que aproximadamente 87% de ésta es agua, resulta una ingestión diaria de agua de 0.68 L. Redondeando, 0.1 L rinde una IDS de 0.7 L (ver tabla 5).

La IDS de agua para bebés de 7 a 12 meses es un poco más alta: 0.8 L/día. Durante la segunda mitad del primer año de vida, la IDS considera que el consumo de leche proporciona 0.6 L/día más 0.2 L de agua provenientes de alimentos complementarios y otras bebidas.

La IDS no toma en cuenta posibles variaciones en las necesidades fisiológicas o variaciones en la ingestión de los nutrimentos de la leche materna que resulten de diferencias entre el volumen de leche y la concentración de nutrimentos durante la lactancia temprana.

Tabla 5. Ingestión Diaria Sugerida de agua para lactantes

0 a 6 meses	0.7 L/día de agua, asumiendo que proviene de leche materna.
7 a 12 meses	0.8 L/día de agua, asumiendo que proviene de leche materna y alimentos y bebidas complementarios. Considera aproximadamente 0.6 L (~3 tazas) como líquido total, incluyendo fórmula, jugos y agua potable.

Niños y adolescentes.

Los rápidos y significativos cambios en el ACT y la eliminación de agua observados en la infancia, disminuyen después del primer año de vida. El ACT se reduce gradualmente durante la infancia y la adolescencia (tabla 1). El volumen de eliminación de agua diaria en proporción con la masa corporal también desciende en forma importante entre la infancia y la niñez temprana, pero la disminución es modesta en lo sucesivo. Los datos de consumo corresponden con el decremento en la eliminación. Las cifras de estudios sobre el equilibrio de agua muestran un aumento de dos veces en la ingestión de agua desde el primer mes de vida y desde el sexto hasta el duodécimo mes. El incremento del consumo entre los dos y los nueve años es sólo de 5 a 10%.

La IDS para agua está basada en la mediana de agua total ingerida y la mediana del agua total de los alimentos reportados en NHANES III. Las IDS para niños de uno a ocho años se muestran en la tabla 6.



Tabla 6. Ingestión Diaria Sugerida de agua para niños y niñas de 1 a 8 años

1 a 3 años	1.3 L/día de agua total. Considera unos 0.9 L (~4 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua potable.
4 a 8 años	1.4 L/día de agua total. Considera unos 1.2 L (~5 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua potable.

Como se indicó en los valores nutrimentales de referencia para agua y electrolitos, no hay un nivel único para el consumo de agua que se pueda recomendar para asegurar la hidratación y una salud óptima. Los datos de NHANES III sobre niños muestran un amplio rango de ingestión de agua total con la indicación correspondiente del estado de hidratación normal medida por osmolalidad sérica. Por ejemplo, el promedio de consumo de agua total para niños y niñas de cuatro a ocho años fue de 1,779 mL/día, con un rango de 1,069 mL/día para el primer percentil y 2,826 para el percentil 99. Hasta los nueve años, el sexo no parece ser un factor que determine la ingestión de agua; a partir de esa edad se incrementa la diferencia entre hombres y mujeres. El consumo promedio, los percentiles 1 y 99 por sexo para edades de 4 a 18 años se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Consumo de agua total diario(mL/día)

Sexo/Edad	Media	1 ^{er} . percentil	99 ^o . percentil
Ambos de 4 a 8 años	1,779	1,069	2,826
Varones de 9 a 13 años	2,535	1,211	4,715
Mujeres de 9 a 13 años	2,240	1,003	4,497
Varones de 14 a 18 años	3,400	1,765	6,102
Mujeres de 14 a 18 años	2,498	957	5,688

Fuente: FNB 2004.

Aunque el contenido de agua corporal como porcentaje de la masa corporal disminuye con la edad, los niños mantienen una proporción más alta de ACT en comparación con los adultos. Aunado a esto, los niños tienen menos tolerancia al calor que los adultos, especialmente durante la actividad física en ambientes cálidos. En comparación con los adultos, los niños poseen una tasa metabólica más alta durante la actividad física, una mayor relación área de superficie-masa corporal, una menor capacidad de sudoración, un gasto cardíaco inferior a un nivel metabólico dado y tardan más en aclimatarse.

La producción de sudor es menor en los niños que en los adultos y se han observado diferencias que dependen de la etapa de desarrollo. En condiciones ambientales similares, los niños en la prepubertad sudan menos que aquellos que están en la pubertad media o tardía. Mientras que los estudios sobre niños que se ejercitan en el calor demuestran que desarrollan deshidratación voluntaria a una tasa similar a la de los adultos, la temperatura corporal del niño se eleva más rápido que en los adultos. Por lo tanto, el reemplazo adecuado de líquidos tiene particular importancia. A los niños que juegan o se ejercitan en el calor se les debe alentar para que beban líquidos y es recomendable mantenerlos bajo supervisión.

Los niños -en especial los bebés y los que empiezan a caminar- tienen un mayor riesgo de deshidratación que los adultos. La deshidratación en los niños no sólo es un asunto serio, sino que puede poner en riesgo su vida. Es importante que los padres y demás cuidadores conozcan los signos y síntomas de deshidratación en los niños y sepan qué hacer en caso de que ésta se presente.

En los bebés y niños pequeños, el vómito y la diarrea son las causas más comunes de deshidratación. Los síntomas de deshidratación incluyen:

- Llanto sin lágrimas.
- Piel, boca y lengua secas.
- Ojos hundidos.
- Piel grisácea.
- Fontanela hundida en los bebés.
- Disminución de la orina.

La orina normal de bebés menores de tres meses de edad se traduce en un pañal mojado al menos cada seis horas. Los niños que empiezan a caminar deben mojar por lo menos tres pañales al día.

Adultos. Estudios sobre el equilibrio de agua indican que el mínimo requerimiento de líquido para adultos sedentarios que viven en climas templados es de 1 a 1.3 L/día. Ésta es la cantidad que repone las pérdidas mínimas estimadas de agua por vías respiratoria, urinaria y fecal, e incluso las pérdidas insensibles (ver tabla 8). La IDS de consumo total de agua para varones a partir de los 19 años se basa en el consumo promedio de agua total (agua potable, bebidas y alimentos) del NHANES III. La IDS

debe cubrir requisitos mínimos para pérdidas que ocurran en individuos con actividad física limitada, en climas templados.

Tabla 8. Estimación de pérdidas mínimas y producción de agua diarias

Referencia	Fuente	Pérdida (mL/día)	Producción (mL/día)
Hoyt y Honig 1996	Pérdida respiratoria	-250 a -350	
Adolph 1947b	Pérdida urinaria	-500 a -1,000	
Newburgh et al. 1930	Pérdida fecal	-100 a -200	
Kuno 1956	Pérdida insensible	-450 a -1,900	
Hoyt y Honig 1996	Producción metabólica		+250 a +350
	Total	-1,300 a -3,450	+250 a +350
	Pérdida neta	-1,050 a -3,100	

^a Asumiendo condiciones en las que hay una pérdida mínima de agua a través del sudor.
Fuente: FNB (2004)

Con excepción de las etapas de embarazo y lactancia, a partir de los 19 años la IDS es la misma independientemente de la edad, con base en la mediana de consumo tomada de la encuesta NHANES III. En la tabla 9 se muestran las IDS para hombres y mujeres a partir de los 19 años.

Tabla 9. Ingestión Diaria Sugerida de agua para hombres y mujeres de 19 a 50 años

Hombres	3.7 L/día de agua total. Esto incluye unos 3.0 L (~13 tazas) como bebidas totales, incluida agua potable.
Mujeres	2.7 L/día de agua total. Esto incluye unos 2.2 L (~9 tazas) como bebidas totales, incluida agua potable.

Recomendaciones de acuerdo con la actividad física

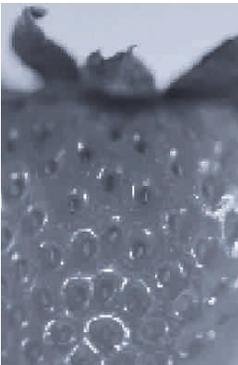
Cuando el análisis de los datos de consumo total de agua de NHANES III incluye la frecuencia de actividad en el tiempo libre, el consumo promedio crece con el grado de actividad. Por ejemplo, hombres y mujeres de 31 a 50 años, en promedio, aumentan la ingestión total de agua al incrementar su actividad (ver tabla 10). El rango de consumo varía incluso dentro de un mismo nivel de actividad. Es el caso del primer percentil de hombres entre 31 y 50 años que reportan cinco o más sesiones de física a la semana y beben un promedio total de agua de 1,851 g, en comparación con 7,824 para el percentil 99. Esta variación podría reflejar diferencias ambientales, preferencias personales o diversidad en las tasas de sudoración.

Tabla 10. Ingestión de agua total (g) por nivel de actividad

	Sin actividad	1 a 5 ocasiones por semana	más de 5 ocasiones por semana
Hombres de 31 a 50 años	3,608	3,774	3,961
Mujeres de 31 a 50 años	2,693	3,028	3,355

En un ambiente templado y en condiciones de escasa actividad física, la pérdida de agua a través del sudor usualmente es baja. Pero una sudoración profusa puede ser la fuente principal de pérdida de agua y electrolitos para personas que se ejercitan o trabajan en calor extremo. En los individuos físicamente activos, la sudoración es el factor que produce mayor pérdida de agua. Los requerimientos de líquido total van desde dos hasta 16 L/día, dependiendo de la carga de trabajo y del grado de calor (Sawka y Montain 2001). Los requerimientos de líquido en adultos físicamente activos y/o aquellos expuestos a estrés ambiental merecen consideración especial.

Las palabras físicamente activo con frecuencia nos hacen pensar en atletas. Sin embargo, granjeros, mineros, personal militar, albañiles, bomberos, empleados de parques y de lugares recreativos, así como personal industrial se cuentan entre quienes son considerados físicamente activos. Además, debe considerarse que realizan a diario su actividad, en muchos casos con elevadas temperaturas ambientales. Tanto la actividad física como la exposición al calor aumentan la pérdida de agua, principalmente por el sudor. Cabe insistir, al respecto, en que es importante reponer las pérdidas de líquido. Quienes sudan mucho también deben restituir los electrolitos. Los requerimientos diarios de agua para individuos en condiciones templadas pueden llegar a duplicarse e incluso a triplicarse si las personas se desempeñan en climas muy cálidos. Más aún, las recomendaciones de consumo de agua para individuos extremadamente activos pueden cuadruplicar los valores sugeridos para los sedentarios (Sawka y Montain 2001). Para poblaciones activas que viven en clima tropical o desértico, las pérdidas diarias por sudor con frecuencia son de 2 a 7 L/día adicionales. Los datos recopilados sobre personas expuestas al calor intenso o que desempeñan actividad física en climas cálidos muestran requerimientos de agua bastante más elevados. La figura 1 ejemplifica el incremento en los requerimientos de agua de acuerdo con la actividad física y la temperatura ambiente.



La pérdida de sudor varía de acuerdo con diversos factores, como la intensidad y duración del ejercicio, edad, sexo, entrenamiento, aclimatación al calor, temperatura del aire, humedad, velocidad del viento, nubosidad, tipo de ropa y tasa de sudor individual. La tasa de sudor individual se modifica dependiendo del ambiente, la cantidad de ropa y el grado de actividad. Tales variaciones se muestran en la tabla 11. Se han observado tasas de sudoración tan altas como 2 a 3 L/hora; sin embargo, éstas no pueden sostenerse durante varias horas. Las tasas máximas de sudoración diaria están, por lo general, en el rango de 10 a 15 litros (Wilmore y Costill 1994). Se ha reportado que los bomberos en plena actividad tienen necesidades diarias de unos 7 L/día de agua (Ruby et al. 2002). La tasa de sudoración del corredor Alberto Salazar durante el maratón olímpico de 1984 se calculó en 3.71 L/hora (Armstrong et al. 1986). De no reemplazarse el agua que se pierde a través del sudor, se llega a la deshidratación, se inhibe el funcionamiento y pueden provocarse daños tales como falla cardiovascular e hiperpirexia por calor (Sawka y Montain 2001).

Tabla 11. Tasas de sudoración por hora durante el ejercicio intenso^a

Condiciones	mL/hora
Desierto, totalmente vestido	1,980
Tropical, totalmente vestido	1,980
Desierto, parcialmente vestido	1,560
Tropical, parcialmente vestido	1,620

^a Calculado a partir de Montain *et al.* 1994

Se sabe que las personas bajo estrés térmico y fisiológico necesitan prestar especial atención al consumo de líquidos y sales (Johnson 1943; Consejo de Farmacia y Química 1945, Adolph 1947, Strydom et al. 1965). El personal militar y los atletas son grupos de población cuyo estado de hidratación es crítico para su actividad, por lo cual se les ha estudiado extensamente en este aspecto. Las investigaciones han explorado las consecuencias de la deshidratación durante el desempeño físico, así como las estrategias e indicaciones para la ingestión de líquidos. Los atletas por lo general reciben orientación sobre la necesidad de reemplazar el agua corporal que pierden durante el entrenamiento y la competencia. Si pierden un kilogramo de peso corporal, se les recomienda beber el equivalente a un litro de líquido.

En 1999, el Ejército de Estados Unidos de América hizo una revisión de sus políticas para el reemplazo de líquidos. Con el propósito de evaluar los nuevos lineamientos en relación con los previos, se observó a soldados con actividad extrema durante un entrenamiento de combate en clima caliente (Montain et al. 1999). Los nuevos lineamientos efectivamente revirtieron algunos de los problemas que se habían presentado con las pautas anteriores (disminución del sodio sérico, aumento en la masa corporal, hiponatremia), mientras se mantenía la hidratación y se minimizaba la sobreingestión de líquidos. Las nuevas directrices son más complejas y consideran las diversas variables que determinan las necesidades de líquido, como puede verse en la tabla 12.

Tabla 12. Pautas para el reemplazo de líquidos durante el entrenamiento en clima cálido (soldado promedio aclimatado, con uniforme de batalla, en clima caliente)^a

Categoría de calor	Índice (°C)	Trabajo fácil		Trabajo moderado		Trabajo duro	
		Ciclo trabajo descanso (min)	Ingestión de agua (L/h)	Ciclo trabajo descanso (min)	Ingestión de agua (L/h)	Ciclo trabajo descanso (min)	Ingestión de agua (L/h)
1	25.6-27.7	NL	0.473	NL	0.709	40/20	0.709
2	27.8-29.3	NL	0.473	50/10	0.709	30/30	0.946
3	29.4-31	NL	0.709	40/20	0.709	30/30	0.946
4	31.1-32.1	NL	0.709	30/30	0.709	20/40	0.946
5	>32.2	50/10	0.946	20/40	0.946	10/50	0.946

NL: Sin límite de tiempo de trabajo por hora. Descanso: actividad física mínima (sentado o de pie), de ser posible a la sombra.

^a Adaptado de Montain et al. 1999.

Las pérdidas por sudor durante el esfuerzo físico en el temperaturas elevadas pueden exceder 1 L/hora con una pérdida adicional de sodio mayor de 35 a 50 mmol/L (0.8 a 1.15 g/L) (FNB 2004). Por esto, los individuos extremadamente activos necesitan asegurar a diario no sólo una ingestión adecuada de líquidos; también se recomienda supervisar con todo cuidado su consumo de sodio. La pérdida de sodio puede exceder la ingestión cuando se realiza una intensa actividad física en un ambiente cálido; esa posibilidad aumenta en individuos no aclimatados (FNB 2004). La IDS para sodio no es aplicable para individuos muy activos que pierden grandes cantidades de sudor (FNB 2004). Debe considerarse el riesgo de hiponatremia cuando se consumen grandes volúmenes de agua simple, en especial si se combina con una dieta baja en sal (cloruro de sodio).

Adultos mayores. Después de los 18 años, los recomendaciones nutrimentales son constantes para todos los grupos de edad y varían sólo según el sexo. Considerando las diferencias en la fisiología renal que ocurren con la edad, aunado al hecho de que el estado de hidratación puede mantenerse sobre un amplio rango de consumo, el panel de valores nutrimentales de referencia estableció la IDS para el adulto mayor,

basada en la mediana de la ingestión de agua total de adultos jóvenes indicada en NHANES III. Es decir, la IDS para adultos mayores de 70 años es de 3.7 L para hombres (3.0 como bebidas) y 2.7 L para mujeres (2.2. como bebidas).

Estudios que miden la osmolalidad del plasma en sujetos adecuadamente hidratados, encuentran que las personas mayores tienen niveles de 3 a 6 mOsm/kg más altos que los adultos jóvenes. El sistema renina-angiotensina-aldosterona -que aumenta el sodio y por tanto la retención de agua- parece estar menos marcado en los individuos de edad avanzada. Esto puede retardar la recuperación del equilibrio de electrolitos y líquidos perdidos debido a vómito diarrea u otras causas. Los daños en la capacidad de concentración renal y conservación de sodio están asociados con una creciente incidencia de disminución de volumen e hipernatremia en el adulto mayor. La situación puede complicarse a causa de una disminución de la sed y el consecuente trastorno en la regulación del consumo de líquidos, lo que contribuye más a la creciente incidencia de deshidratación e hipernatremia.

La capacidad de dilución renal también se deteriora con la edad. Algunos estudios han confirmado que la sed y la ingestión de líquidos disminuyen en el adulto mayor (Miller et al. 1982; Phillips et al. 1984; Fish et al. 1985; Murphy et al. 1988). La disminución de la sed y la merma en la ingestión de líquidos pueden ser parte del proceso de envejecimiento y/o resultado de un estado patológico, como una embolia, deterioro cognitivo o disfunción endocrina (Miller et al. 1982).

A pesar de los cambios fisiológicos asociados con la edad que pueden afectar el estado de hidratación, los adultos mayores más saludables por lo general son capaces de mantener el equilibrio de líquidos. Para algunos, sin embargo, el deterioro en la función renal puede tener consecuencias clínicas significativas.



La deshidratación es el trastorno que con mayor frecuencia se relaciona con líquidos y electrolitos en los adultos mayores más vulnerables, entre ellos, los residentes en casas de asistencia (Hackeny et al. 1995; Arant 1996; Morley et al. 1998; Holben et al. 1999; Kayser-Jones et al. 1999). La respuesta de sed debilitada, el estado funcional reducido, los problemas en la movilidad, la restricción voluntaria de agua para minimizar los efectos de la incontinencia, la disminución en la capacidad de concentración renal y los efectos de la medicación ponen a los adultos mayores en riesgo de deshidratación (Arant 1996; Sansevero 1997; Kenney y Chiu 2001). Al respecto, el problema parece estar más relacionado con el consumo que con la eliminación.

La deshidratación no es una condición benigna. Por el contrario, se le asocia con un creciente riesgo de caídas, infección del tracto urinario, enfermedad dental, trastornos broncopulmonares, cálculos renales, cáncer, constipación y deterioro de la función cognitiva. Además, es un precursor independiente de mortalidad en los adultos mayores (Altieri et al. 2003; Arnaud 2003; Beetz 2003; Boddaert y Belmin 2003; Kalthoff 2003; Siener y Hesse 2003; Smith y Shaw 2003). Idealmente, la deshidratación debe prevenirse, y cuando ocurre, debe tratarse. Es importante determinar cuál es el tipo de deshidratación para asegurar un tratamiento apropiado (Mange et al. 1997).

Mantener la hidratación oral adecuada en los adultos mayores es un reto continuo para el personal de las casas de asistencia. El personal inadecuado, la enfermedad, la dependencia funcional, la demencia, el deterioro de la conciencia y el acceso limitado a los líquidos son condiciones que aumentan el riesgo de deshidratación hipertónica (Kayser-Jones et al. 1999).

Con base en un estudio efectuado en 1986, el Instituto de Medicina propuso reformas radicales para las casas de asistencia en Estados Unidos. La mayoría de las reformas propuestas se convirtieron en ley en 1987, tras la aprobación del Acta Universal de Reconciliación del Presupuesto, también conocida como Acta de Reforma de Casas de Asistencia, la cual especifica qué servicios de asistencia se deben ofrecer a los

residentes y establece normas para su cuidado.

Para verificar que se cumplan los requisitos del Acta de Reforma de Casas de Asistencia, la ley también estableció un proceso de certificación, de acuerdo con el cual las autoridades deben llevar a cabo inspecciones sin previo aviso, incluyendo entrevistas a los residentes, con intervalos irregulares al menos una vez cada 15 meses. Si una encuesta revela que un centro no cumple, comienza el proceso de sanción del Acta de Reforma de Casas de Asistencia. El Centro de Cuidado y Servicios Médicos (Center for Medicare & Medicaid Services, CMS) vigila los programas de servicio médico y los programas federales de control de calidad de cuidado médico relacionados. Desde del 2001, el CMS se convirtió en la Administración de Financiamiento de Cuidado de la Salud (Health Care Financing Administration, HCFA).

En 1999, el CMS estableció que la hidratación es uno de los cuatro indicadores de calidad (Quality Indicators, QI) que debían investigarse durante las visitas a instalaciones de cuidado a largo plazo. Adicionalmente, identificó a la deshidratación como una condición sobre la que se debe alertar. Es decir, se trata de un indicador de calidad que representa un problema significativo aun cuando sólo afecte a uno o a unos cuantos residentes. Los requerimientos de cuidado regulado especifican que una casa de asistencia o un asilo debe proporcionar a cada residente el líquido suficiente para mantener la hidratación apropiada y la salud. Si se observan problemas relacionados con el abasto de líquidos o la hidratación, los supervisores pueden emitir citatorios. La incidencia de citatorios se publica en "tarjetas de reporte" en los sitios web de las casas de asistencia. Dadas las graves consecuencias de la deshidratación en los adultos mayores y las serias sanciones que pueden imponerse si surgieran problemas para hidratarlos, los profesionales del cuidado de la salud deben conocer los métodos para evaluar las necesidades de líquidos y las medidas de intervención apropiadas.

La Asociación Americana de Directores Médicos (American Medical Directors Association, AMDA) publica una serie de guías para la práctica clínica que permiten identificar y tratar una condición o problema específico en pacientes con cuidados a largo plazo. Una de éstas se refiere a la deshidratación y el mantenimiento de líquidos (American Medical Directors Association 2001). En la tabla 13 se describe una fórmula para estimar el déficit de líquidos (se asume que el clínico conoce el peso deseado del paciente).



Tabla 13. Fórmula para estimar el déficit de líquidos

Déficit de líquido estimado = agua corporal total deseada (L) - agua corporal total actual (L)

Es decir:

$$\left[\frac{\text{sodio sérico medido} \times (\text{peso corporal total (kg)} \times 0.5)}{140} \right] - [(\text{peso corporal total (kg)} \times 0.5)]$$

Ejemplo: si el sodio de un paciente es 154 mEq/L y su peso es de 50 kg, entonces:

$$\text{Déficit de líquido estimado} = \left[\frac{154 \times (50 \times 0.5)}{140} \right] - (50 \times 0.5) = 27.5 \text{ L} - 25 \text{ L} = \text{aprox. } 2.5 \text{ L de déficit de líquido}$$

Fuente: AMDA (2001)

Sobre la base de los supuestos efectos deshidratantes de la cafeína, con frecuencia se busca disuadir o prohibir el consumo de bebidas con este componente a los adultos mayores (Kositzke 1990). Las investigaciones actuales muestran que el café, el té y otras bebidas que contienen cafeína no incrementan la eliminación de orina ni afectan en forma negativa los indicadores de hidratación en aquellos individuos que están acostumbrados a consumir cafeína (Grandjean et al. 2000; Armstrong 2002). En consecuencia, las bebidas que contienen cafeína pueden formar parte del consumo diario de agua total. De hecho, la inclusión de bebidas con cafeína en las dietas de los adultos mayores no sólo aumenta las opciones de líquido, sino que además incrementa la calidad de vida de aquellos que las han consumido desde tiempo atrás o durante una parte significativa de su vida.

Fuentes de agua en dieta y factores que afectan su consumo

Como se indica en el documento de valores nutrimentales de referencia para agua, potasio, sodio, cloruro y sulfato:

En unas cuantas horas, puede provocarse un déficit de agua corporal debido a una ingestión reducida o pérdida de agua propiciada por actividad física y exposición ambiental (por ejemplo, al calor). Sin embargo, la ingestión diaria de líquidos motivada por la sed y el consumo de bebidas en las comidas, permite mantener en niveles normales el estado de hidratación y el agua corporal total (FNB 2004).

Las personas hidratan su cuerpo al tomar agua simple o bebidas y al comer alimentos que la contienen de manera natural o agregada durante su preparación. La ingestión real de líquidos difiere entre los individuos y está determinada por la sed, hábitos, factores culturales, acceso y gusto.

Al establecer las recomendaciones nutrimentales para el agua se utilizaron datos de encuestas nacionales estadounidenses. Mientras los resultados varían ligeramente, los estudios en Estados Unidos señalan que los alimentos contribuyen entre 20 y 30% en la ingestión total de agua, mientras que las bebidas (incluyendo agua simple) representan el restante 70 a 80%.

Los valores nutrimentales de referencia para consumo total de agua se basan en la mediana de ingestión total de agua registrada en NHANES III, redondeado al 0.1 L más cercano. Se asume que los alimentos proporcionan aproximadamente 20% de la ingestión total de agua. Las recomendaciones se expresan en cantidades medibles de agua -por ejemplo, litros y tazas- en vez de mililitros por kilogramo de peso corporal, unidad utilizada en índices previos. El Apéndice A muestra las IDS para el agua proveniente de la dieta, que se basan en la mediana de la ingestión encontrada en la encuesta NHANES III.

Con frecuencia prevalece la percepción equivocada de que las bebidas poseen diferentes capacidades para mantener el estado de hidratación. Debido a ello se suelen emitir exhortos para no consumir bebidas cafeinadas, que a decir de esa creencia, contribuyen a la deshidratación. A esto se suma la persistente percepción de que el agua simple hidrata más que otras bebidas. Ninguna de estas afirmaciones está basada en pruebas. Por el contrario, las investigaciones muestran que se desarrolla una tolerancia a la cafeína (Colton et al. 1968; Robertson et al. 1978; Passmore et al. 1987; Neuhauser-Berthold et al. 1997) y en consecuencia quienes ingieren cafeína con regularidad no experimentan aumento en la eliminación de orina ni presentan indicadores alterados del estado de hidratación después de consumir bebidas con cafeína (Denaro et al. 1991; Gorelick et al. 1997; Montain et al. 1999; Grandjean et al. 2000).

Como se indica en el documento de valores nutrimentales de referencia para el agua, "El líquido se consume en forma de alimentos y bebidas e, independientemente de

la forma, es absorbido por el tracto gastrointestinal y fisiológicamente actúa igual". La información pertinente, por tanto, no es la fuente de agua, sino la cantidad de agua en un alimento o bebida. Y la cantidad de cada uno que consume una persona. El Apéndice B muestra el contenido de agua de alimentos y bebidas de consumo habitual.

El estado de hidratación normal puede conseguirse con un amplio rango de consumo de agua. Es interesante observar no sólo el extenso rango de consumo para el agua total, sino la variación en el contenido de agua del alimento consumido. Por ejemplo, la ingestión total de agua en varones de 31 a 50 años de edad que participaron en NHANES III fue de 2,100 mL/día para el percentil 5 y de 6,340 mL/día para el percentil 95. El agua total proveniente de los alimentos para la misma población fue 372 mL/día para el percentil 5 y de 1,251 para el 95. Es decir, más que responder la pregunta ¿cuánto líquido necesito beber?, lo importante es entender la diversidad de las dietas de las personas y los numerosos factores que afectan los requerimientos.

Regulación de la ingestión de líquidos

El consumo de líquidos es tanto un comportamiento como una respuesta a la sed. La sed se acciona por mecanismos tanto fisiológicos como perceptuales. La investigación indica que existen tres disparadores fisiológicos para la sed: los osmorreceptores cerebrales, los osmorreceptores extracerebrales y los receptores de volumen.

Los osmorreceptores responden a la deshidratación celular, en tanto los receptores de volumen reaccionan frente a la deshidratación extracelular. Mientras que la necesidad de agua es biológica, diversos factores influyen en la selección de bebidas.

Datos de consumo respaldan la observación de que existe una influencia cultural en el comportamiento relacionado con la ingestión de bebidas. Los británicos son conocidos por su consumo de té; los italianos, por el vino. Se sabe que la cultura es una de las principales determinantes de las preferencias con respecto a los alimentos y bebidas. Sin embargo, se conocen otros factores que influyen en la selección de bebidas, como los atributos sensoriales del color, sabor, olor y textura. La apariencia y la temperatura, al igual que la disponibilidad, también tienen un efecto sobre el consumo.

El consumo de bebidas varía durante el día. La mayor parte de éste, ocurre durante las comidas. Además, el tipo de bebidas difiere de acuerdo con la ocasión. Por ejemplo, la leche se bebe con frecuencia junto con los alimentos, mientras que las bebidas alcohólicas son más comunes en reuniones sociales.

Resumen y conclusiones

A continuación se presentan puntos clave sobre la hidratación que tienen implicaciones prácticas importantes:

- El agua es el principal elemento constitutivo del cuerpo y desempeña varias funciones vitales. Como el organismo humano es incapaz de producir suficiente agua, deben proporcionársele cantidades adecuadas por medio de la dieta.
- El cuerpo tiene numerosos mecanismos para mantener el equilibrio de los líquidos; éstos incluyen la función de los riñones y la acción hormonal. Usualmente, un adulto sano responde ante un desequilibrio por deficiencia a través de aumentar su consumo de líquidos y concentrando la orina para reducir la eliminación de éstos. Este desequilibrio es usualmente de vida corta y autolimitante.
- La deshidratación ocurre cuando el consumo de agua o de agua y electrolitos no es igual a la eliminación. Es importante conocer el tipo específico de deshidratación para determinar el tratamiento apropiado.



-
- Los niños, especialmente los pequeños, tienen mayor riesgo de deshidratación que los adultos. Los padres y demás cuidadores deben estar atentos a los signos y síntomas de deshidratación de los niños y saber cuándo buscar ayuda médica.
 - Los niños físicamente activos, especialmente en ambientes cálidos, tienen una mayor necesidad de líquidos que los individuos sedentarios en climas templados. La ingestión adecuada de sales también constituye una preocupación en los individuos con alto consumo de líquidos.
 - Con frecuencia, los adultos mayores llegan a experimentar una merma en su capacidad de concentración renal y conservación de sodio, así como un deterioro de la sed, lo que podría conducirlos a limitar el consumo de líquidos, todo lo cual puede contribuir a un creciente riesgo de deshidratación e hipernatremia.
 - Mientras que los análisis de sangre y orina se utilizan para la evaluación clínica de hidratación, el cambio en el peso corporal sigue siendo el sustituto más universal, válido, económico y factible para medir el cambio de agua corporal. Para el uso adecuado de este indicador resulta esencial controlar los factores de confusión, como la ropa, la vejiga vacía, la hora del día y la presencia de alimentos en el tracto digestivo.
 - Una guía para reemplazar las pérdidas de agua es beber un litro de líquido por cada kilogramo perdido.
 - Así como el consumo de agua simple es importante, también otras bebidas y alimentos son fuentes de líquido. Estudios realizados en Estados Unidos señalan que, en promedio, 20 a 25% del agua consumida proviene de los alimentos y 75 a 80%, de las bebidas.
 - Se ha observado que las personas que están acostumbradas a consumir bebidas que contienen cafeína no sufren efectos negativos en el estado de hidratación cuando toman café, té, refrescos y otras bebidas cafeinadas.

Apéndice A

Ingestión diaria sugerida de líquidos para individuos sanos

Grupo Etapa de la vida	Ingestión de líquidos diaria total (L/día)	
Bebés		
0 a 6 meses	0.7	Se asume que es de leche materna.
7 a 12 meses	0.8	Se asume que es de leche materna y alimentos y bebidas complementarios. Incluye unos 0.6 L (~3 tazas) como líquido total, incluyendo fórmula, jugos y agua simple.
Niños		
1 a 3 años	1.3	Aproximadamente 0.9 L (~4 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
4 a 8 años	1.4	Aproximadamente 1.2 L (~5 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
Hombres		
9 a 13 años	2.4	Aproximadamente 1.8 L (~8 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
14 a 18 años	3.3	Aproximadamente 2.6 L (~11 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua.
19 a > 70 años	3.7	Aproximadamente 3.0 L (~13 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
Mujeres		
9 a 13 años	2.1	Aproximadamente 1.6 L (~7 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
14 a 18 años	2.3	Aproximadamente 1.8 L (~8 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
19 a > 70 años	2.7	Aproximadamente 2.2 L (~9 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
Embarazo		
14 a 50 años	3.0	Aproximadamente 2.3 L (~10 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.
Lactancia		
14 a 50 años	3.8	Aproximadamente 3.1 L (~13 tazas) como bebidas totales, incluyendo agua simple.

Fuente: FNB 2004

Apéndice B

Ingestión de agua a partir de alimentos y bebidas consumidos frecuentemente

BEBIDAS NO ALCOHOLICAS

Agua, té preparado, café preparado, refrescos de dieta, té enlatado/embotellado, bebidas deportivas, limonada, jugo vegetal.	90% a 100%
Leche (descremada, 1%, 2%; entera; chocolate), refrescos (regular), jugo de frutas, bebidas de frutas.	85% a 90%

BEBIDAS ALCOHOLICAS

Cerveza y vino	90% a 95%
Destilados	60% a 70%
Crema y licores	30%

SOPA

Consomé, cebolla francesa, carne y vegetales, de verduras, jitomate, crema de hongos (elaborada con agua).	90% a 95%
Pasta con pollo, concentrado de verduras, sopas concentradas, jitomate, crema de hongos (elaborada con leche).	80% a 90%

FRUTAS Y VERDURAS

Fresa, melón, toronja, uva, durazno, pera, naranja, manzana, pepino, lechuga, apio, jitomate, calabaza, brócoli, cebolla, zanahoria	80% a 85%
Plátano, papa, maíz	70% a 75%

LACTEOS

Queso cottage y yogur	75% a 80%
Pudín, malteada, licuado con huevo	70% a 75%
Helado	50% a 60%
Queso	40% a 50%

CEREALES

Cereales preparados	85% a 90%
Arroz y pasta	65% a 80%
Pan, bagels, bisquets	30% a 45%
Cereales para desayunar, listos para comer	2% a 5%

CARNE, PESCADO, HUEVOS

Pescados y mariscos	70% a 80%
Huevos (revueltos, fritos, escalfados), omelette, sustituto de huevo	65% a 80%
Res, pollo, cordero, cerdo, pavo, ternera	45% a 65%
Cecina, tocino	15% a 30%

PLATILLOS COMBINADOS

Estofado, pasta con carne, cacerolas (con y sin carne), tacos, enchiladas, macarrón con queso, quiche vegetariano	60% a 80%
Pizza	50% a 60%

BEBIDAS QUE SUSTITUYEN COMIDAS

Todas las bebidas para pérdida de peso, aumentar músculos y reemplazar comidas	70% a 85%
--	-----------

SEMILLAS Y NUECES

1% a 5%

SALSAS

Salsas	50% a 85%
Aderezos (salsa, base crema agria, frijol)	70% a 90%

Referencias

Adolph EF. Heat exchanges, sweat formation, and water turnover. In: Adolph EF, ed. *Physiology of Man in the Desert*. New York: Interscience Publishers, 1947:33–43.

Alper C. Fluid and electrolyte balance. In: Wohl MG, Goodhart RS, eds. *Modern Nutrition in Health and Disease*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1968:404–424.

Altieri A, La Vecchia C, Negri E. Fluid intake and risk of bladder and other cancers. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S59-S68.

Altman PL. *Blood and Other Body Fluids*. Washington, DC: Federation of American Societies for Experimental Biology, 1961.

American Medical Directors Association. *Dehydration and Fluid Maintenance. Clinical Practice Guideline*. Columbia, MD: American Medical Directors Association, 2001.

Anderson DM. Parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. In Groh-Wargo S, Thompson M, Cox JH, eds. *Nutrition Care for High-Risk Newborns*. Chicago: Precept Press, Inc, 2000:109-111.

Arant BJ. Fluids and electrolyte abnormalities in children. In: Kokko J, Tannen R, eds. *Fluids and electrolytes*. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company, 1996:819–829.

Arieff AI, Kronlund BA. Fatal child abuse by forced water intoxication. *Pediatrics* 1999;103:1292-1295.

Armstrong LE, Hubbard RW, Jones BH, Daniels JT. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1984 Olympic marathon. *The Physician and Sportsmedicine* 1986;14(3):73-81.

Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, et al. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutr* 1994;4:265–279.

Armstrong LE, Soto JA, Hacker FT Jr, Casa DJ, Kavouras SA, Maresh CM. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J Sport Nutr* 1998;8:345–355.

Armstrong LE. Caffeine, body fluid-electrolyte balance, and exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2002;12:189– 206.

Arnaud MJ. Mild dehydration: A risk factor of constipation. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S88-S95.

Beetz R. Mild dehydration: A risk factor of urinary tract infection? *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S52-S58.

Benedict FG, Root HF. Insensible perspiration: its relation to human physiology and pathology. *Arch Intern Med* 1926;38:1–35.

Bergeron MF, Maresh CM, Armstrong LE, et al. Fluid-electrolyte balance associated with tennis match play in a hot environment. *Int J Sport Nutr* 1995;5:180–193.

Bergmann KE, Ziegler EE, Fomon SJ. Water and renal solute load. In: Fomon SJ, ed. *Infant Nutrition*. Philadelphia: W.B. Saunders, 1974:245–266.

Boddaert J, Belmin J. Orthostatic hypotension and its treatment in the elderly. *Presse Med* 2003;32:1707-1715.

Breslow RA. Nutrition and air-fluidized beds: A literature review. *Adv Wound Care* 1994;7:57-58, 60, 62.

Colton T, Gosselin R, Smith R. The tolerance of coffee drinkers to caffeine. *Clin Pharmacol Ther* 1968;9:31–39.

Council on Pharmacy and Chemistry. The addition of salt to drinking water. *JAMA* 1945;129:131.

Dauterman KW, Bennett RG, Greenough IWB, et al. Plasma specific gravity for identifying hypovolaemia. *J Diarrhoeal Dis Res* 1995;13:33–38.

de Leon J, Verghese C, Tracy JI, Josiassen RC, Simpson GM. Polydipsia and water intoxication in psychiatric patients: A review of the epidemiological literature. *Society of Biological Psychiatry* 1994;35:408-419.

Denaro C, Brown C, Jacob PI, Benowitz N. Effects of caffeine with repeated dosing. *Eur J Clin Pharmacol* 1991;40:273–278.

Devroede G. Constipation. In: Sleisenger MH, Fordtran JS, eds. *Gastrointestinal Disease*. Volume 1, 5th edition. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1993.

Ellis KJ, Wong WW. Human hydrometry: comparison of multifrequency bioelectrical impedance with H₂O and bromine dilution. *J Appl Physiol* 1998;85:1056–1062.

Fish LC, Minaker KL, Rower JW. Altered thirst threshold during hypertonic stress in aging men. *Gerontologist* 1985;25: A118-A119.

Fomon SJ, Ziegler EE. Renal solute load and potential renal solute load in infancy. *J Pediatr* 1999;134:11-14.

Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine. Subcommittee on the Tenth Edition of the RDAs. *Recommended Dietary Allowances*, 10th edition. Washington, DC: National Academy Press, 1989.

Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine. *How Should the Recommended Dietary Allowances Be Revised?* Washington, DC: National Academy Press, 1994.

Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington, DC: National Academies Press, 2004.

Francesconi RP, Hubbard RW, Szlyk P, et al. Urinary and hematologic indexes of hypohydration. *J Appl Physiol* 1987;62:1271–1276.

Gardner JW, Gutmann FD, et al. Nontraumatic exercise-related

deaths in the U.S. Military, 1996-1999. *Mil Med* 2002;167:964-970.

Garigan TP, Ristedt DE. Death from hyponatremia as a result of acute water intoxication in an Army basic trainee. *Mil Med* 1999;164:234-238.

Gorelick MH, Shaw KN, Murphy KO. Validity and reliability of clinical signs in the diagnosis of dehydration in children. *Pediatrics* 1997;99:E6.

Grandjean AC, Reimers KJ, Bannick KE, Haven MC. The effect of caffeinated, non-caffeinated, caloric and non-caloric beverages on hydration. *J Am Coll Nutr* 2000;19:591-600.

Grandjean AC, Reimers KJ, Haven MC, Curtis GL. The effect on hydration of two diets, one with and one without plain water. *J Am Coll Nutr* 2003;22(2):165-173.

Gudivaka R, Schoeller DA, Kushner RF, Bolt MJG. Single and multifrequency models for bioelectrical impedance analysis of body water compartments. *J Appl Physiol* 1999;87(3):1087-1096.

Hackeny AC, Coyne JT, Pozos R, Feith S, Seale J. Validity of urine-blood hydration measures to assess total body water changes during mountaineering in the sub-Arctic. *Arct Med Res* 1995;54:69-77.

Häussinger D. The role of cellular hydration in the regulation of cell function. *Biochem J* 1996;313:697-710.

Heird WC. Nutritional Requirements. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB, eds. *Nelson Textbook of Pediatrics* 17th edition. Philadelphia: Saunders, 2004.

Holben DH, Hassell JT, Williams JL, Helle B. Fluid intake compared with established standards and symptoms of dehydration among elderly residents of a long-term-care facility. *J Am Diet Assoc* 1999;99:1447-1450.

Howard L. Enteral and parenteral nutrition therapy. In: Fauci A, Braunwald E, Isselbacher K, et al., eds. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. CD-ROM. NY, NY: McGraw-Hill, 1998.

Hoyt RW, Honig A. Environmental influences on body fluid balance during exercise: Altitude. In: Buskirk ER, Puhl SM, eds. *Body Fluid Balance: Exercise and Sport*. Boca Raton, FL: CRC Press, 1996: 183-196.

Johnson RE. Nutritional standards for men in tropical climates. *Gastroenterology* 1943;1:832-840.

Johnston M, Newburgh L. The determination of the total heat eliminated by the human being. *Clin Invest* 1930;viii:147-160.

Kalhoff H. Mild dehydration: A risk factor of broncho-pulmonary disorders? *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S81-S87.

Kayser-Jones J, Schell ES, Porter C, et al. Factors contributing to dehydration in nursing homes: Inadequate staffing and lack of professional supervision. *J Am Geriatr Soc* 1999; 47:1269-1270.

Keating JP, Schears GJ, Dodge PR. Oral water intoxication in infants. An American epidemic. *AJDC* 1991;145:985-990.

Kenney WL, Chiu P. Influence of age on thirst and fluid intake. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1524–1532.

Klein CJ, ed. Nutrient requirements for preterm infant formulas. *J Nutr* 2002;132:1395s-1577s.

Kositzke J. A question of balance: Dehydration in the elderly. *J Gerontol Nurs* 1990;16:4-11.

Koulmann N, Jimenez C, Regal D, et al. Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:857–864.

Kugler JP. Hyponatremia and hypernatremia in the elderly. *Am Fam Physician* 2000;61:3623-363.

Kuno Y. *Human Perspiration*. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, 1956.

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. *International Journal of Obesity* 2003; 27:677-683.

Lang F, Waldegger S. Regulating cell volume. *American Scientist* 1997;85:456-463. Lavizzo-Mourey R, Johnson J, Stolley P. Risk factors for dehydration among elderly nursing home residents. *J Am Geriatr Soc* 1988;36:213–218.

Mange K, Matsuura D, Cizman B, et al. Language guiding therapy: The case of dehydration versus volume depletion. *Ann Intern Med* 1997;127:848-853.

Miller PD, Krebs RA, Neal BJ, McIntyre DO. Hypodipsia in geriatric patients. *The American Journal of Medicine* 1982; 73:354-356.

Montain SJ, Latzka WA, Sawka MN. Fluid replacement recommendations for training in hot weather. *Mil Med* 1999;164:502–508.

Montain SJ, Sawka MN, et al. Physiological tolerance to uncompensable heat stress: effects of exercise intensity, protective clothing, and climate. *J Appl Physiol* 1994; 77(1):216-222.

Montain SJ, Sawka MN, Wenger CB. Hyponatremia associated with exercise: risk factors and pathogenesis. *Exerc Sport Sci Rev* 2001;29:113–117.

Morley JE, Miller DK, Zdrodowski C, Gutierrez B, Perry III HM. Fluid intake, hydration and aging. In: Arnaud MJ, ed. *Hydration throughout life*. John Libbey Eurotext; 1998:107–115.

Mudge G, Weiner I. Agents affecting volume and composition of body fluids. In: Goodman Gilman A, Rall T, Nies A, Taylor P, eds. *Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. Elmsford, NY: Pergamon Press, Inc., 1990:682–707.

Murphy DJ, Minaker KL, Fish LC, Rowe JW. Abstract. Impaired osmostimulation of water ingestion delays recovery from hyperosmolarity in

normal elderly. 1988.

Neuhauser-Berthold M, Beine S, Verwied SC, Luhrmann PM. Coffee consumption and total body water homeostasis as measured by fluid balance and bioelectrical impedance analysis. *Ann Nutr Metab* 1997;41:29-36.

Newburgh L, Johnston M, Falcon-Lesses M. Measurement of total water exchange. *J Clin Invest* 1930;8:161-196.

Newburgh L, Johnston M. The insensible loss of water. *Physiol Rev* 1942;22:1-18.

O'Brien C, Freund BJ, Sawka MN, McKay J, Hesslink RL, Jones TE. Hydration assessment during cold-weather military field training exercises. *Arct Med Res* 1996;55:20-26.

O'Brien KK, Montain SJ, Corr WP, Sawka MN, Knapik JJ, Craig SC. Hyponatremia associated with overhydration in U.S. Army trainees. *Mil Med* 2001;166:405-410.

Oh MS, Uribarri J. Electrolytes, water, and acid-base balance. *Modern Nutrition in Health and Disease* (9th Edition). Baltimore: Williams & Wilkins, 1999: 107.

Passmore AP, Kondowe GB, Johnston GD. Renal and cardiovascular effects of caffeine: a dose-response study. *Clin Sci (Lond)* 1987;72:749-756.

Phillips P, Rolls B, Ledingham D, et al. Reduced thirst after water deprivation in healthy elderly men. *N Engl J Med* 1984;311:753-759.

Pollock N, Godfrey R, Reilly T. Evaluation of field measures of urine concentration. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:iv-300.

Popowski LA, Oppliger RA, Patrick LG, Johnson RF, Kim JA, Gisolf CV. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:747-753.

Reese J. Fluid volume deficit, chapters 1 and 2. In Maas M et al., eds. *Nursing Diagnoses and Interventions for the elderly*. Redwood City, CA: Addison-Wesley Nursing, 1991:131-142.

Robertson D, Frölich J, Carr R, et al. Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. *N Engl J Med* 1978;298:181-186.

Rose BD, Post TW. *Clinical Physiology of Acid-Base and Electrolyte Disorders*, 5th edition. New York: McGraw-Hill Inc, 2001.

Ruby BC, Shriver TC, et al. Total energy expenditure during arduous wildfire suppression. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(6):1048-1054.

Sansevero AC. Dehydration in the elderly: strategies for prevention and management. *Nurse Pract* 1997;22:41-47, 63.

Sawka MN, Montain SJ. Fluid and Electrolyte Balance: Effects on Thermoregulation and Exercise in the Heat. In: Bowman BA, Russell RM, eds. *Present Knowledge in Nutrition*, 8th ed. Washington, DC: ILSI Press, 2001:115-124.

Schoeller DA. Hydrometry. In: Roche AF, Heymsfield SB, Lohman TG, eds. *Human Body Composition*. Champaign: Human Kinetics, 1996:25–43.

Shirreffs SM, Maughan RJ. Urine osmolality and conductivity as indices of hydration status in athletes in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1598–1602.

Shirreffs SM. Markers of hydration status. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40:80–84.

Siener R, Hesse A. Fluid intake and epidemiology of urolithiasis. *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S47-S51.

Singer G, Brenner B. Fluid and electrolyte disturbances. In: Fauci A, Braunwald E, Isselbacher K, et al., eds. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. CD-ROM. NY, NY: McGraw-Hill, 1998.

Smith AJ, Shaw L. Mild dehydration: A risk factor for dental disease? *Eur J Clin Nutr* 2003;57:S75-S80.

Speedy DB, Noakes TD, Schneider C. Exercise-associated hyponatremia: a review. *Emerg Med (Fremantle)* 2001;13:17–27.

Strydom NB, Van Graan CH, Holdsworth LD. The water requirements of humans. *J Occup Med* 1965;7:581–587.

Thomas BJ, Cornish BH, Ward LC, Jacobs A. Bioimpedance: is it a predictor of true water volume? *Ann NY Acad Sci* 1999;873:89-93.

Valtin H, Schafer JA. *Renal Function Mechanisms Preserving Fluid and Solute Balance in Health*, 3rd ed. Boston: Little, Brown, and Co., 1995.

Walsh R, Noakes TD, Hawley JA, Dennis SC. Impaired high-intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int J Sports Med* 1994;15:392–398.

Weinberg AD, Minaker KL. Dehydration. Evaluation and management in older adults. Council on Scientific Affairs, American Medical Association. *JAMA* 1995;274:1552–1556.

Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1994.

Wong DL. Balance and Imbalance of Body Fluids. In Wilson D, Winkelstein ML, Kline NE, eds. *Nursing Care of Infants and Children*, 7th ed. Philadelphia: Mosby, 2003.

Yankanich J, Kenney W, Fleck S, Kraemer W. Precompetition weight loss and changes in vascular fluid volume in NCAA Division I college wrestlers. *J Strength Cond Res* 1998;12:138–145.

Zappe DH, Tankersley CG, Meister TG, Kenney WL. Fluid restriction prior to cycle exercise: effects on plasma volume and plasma proteins. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:1225–1230.

ILSI Norteamérica
ILSI de México, A.C.

Una monografía
de ILSI Norteamérica