

Título: Funciones biológicas del agua en relación con sus características físicas y químicas.
En: "Agua. El arte de buen comer". pp: 249-256.
Editor (es): Editado por la Academia Española de Gastronomía
Editorial (año): Barcelona (2003). (ISBN: 84-666-00-63-9).

FUNCIONES BIOLÓGICAS DEL AGUA EN RELACIÓN CON SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

Ángeles Carbajal Azcona
Doctora en Farmacia
Profesora Titular de Nutrición
Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid
CorreoE: carbajal@farm.ucm.es

María González Fernández
Licenciada en Ciencias Químicas y Doctora en Farmacia
Catedrática de Bachillerato (Física y Química)
Profesora Asociada de Nutrición
Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid
CorreoE: mariagf@farm.ucm.es

Introducción

El agua es esa extraordinaria sustancia que ocupa por entero la ciencia de la Hidrología: la Ciencia de las aguas de la Tierra, de sus formas de existencia, de su circulación y distribución, de sus propiedades físicas y químicas, de su correspondencia con el medio ambiente y de sus funciones en los seres vivos.

El hombre tiene necesidad del agua para realizar sus funciones vitales, para usos domésticos, para regar los campos, para la industria, para enfriar con ella las centrales de energía. Todas las necesidades aumentan con el crecimiento de la población y con la elevación del nivel de vida.

Es interesante y aconsejable poder disponer de un punto de encuentro de todas las variables que puedan potencialmente intervenir en el conocimiento de esta insustituible sustancia. Vamos a intentarlo.

Características químicas

En su composición observamos que está formada por moléculas discretas de tres átomos pequeños, dos átomos de Hidrógeno unidos a un átomo de Oxígeno formando un ángulo de unos 105°. La unión entre átomos es fuerte, como corresponde a su enlace covalente. Su geometría angular es la responsable del momento dipolar, lo que hace de ella una molécula polar. A esto añadimos la posibilidad de establecer enlaces intermoleculares por puentes de hidrógeno.

Al carácter dipolar de la molécula de agua se une el elevado calor de hidratación, energía que se desprende cuando los iones se rodean de moléculas de agua, lo que proporciona gran estabilidad a la disolución, haciendo de ella el disolvente por excelencia de sustancias polares y, por ello, la mayor parte de las reacciones químicas se realizan en medio acuoso.

El agua puede actuar como ácido y como base de Brønsted, es una sustancia anfiprótica (puede dar o aceptar protones). Tiene un grado de disociación muy bajo, $K_w = 10^{-14}$, siendo la concentración

de sus iones la que determina el grado de neutralidad, $\text{pH} = 7$. La fuerza con que el agua cede o acepta protones permite trazar la línea divisoria entre ácidos débiles y bases débiles. Por esta propiedad, el agua es capaz de hidrolizar a sustancias con las que reacciona para formar nuevos enlaces.

Características físicas

El *calor específico* del agua [$4180 \text{ J}/(\text{k}\cdot\text{kg}) \equiv 1 \text{ cal}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{g})$] tiene un valor alto. Por ello, aunque acepte o ceda una gran cantidad de calor, su temperatura varía muy poco. Esta característica tiene una gran trascendencia en el mantenimiento de la temperatura corporal, de ahí la importancia de la gran cantidad de agua que tiene el cuerpo humano y también de que esta cantidad no disminuya por debajo de unos límites muy estrictos.

El *calor de vaporización*, entalpía de vaporización, también tiene un elevado valor [a 100°C es de $540 \text{ kcal/litro} \equiv 40.7 \text{ kJ/mol}$] lo que significa que 1 litro de agua requiere 540 kilocalorías para pasar de líquido a gas. Necesita absorber mucha energía para vaporizarse. Esto es lo que sucede cuando se suda: se disipan 540 kcal de calor corporal por cada litro.

Funciones biológicas

Vamos a ocuparnos ahora de las relaciones del agua con los organismos vivos. Las propiedades físicas y químicas del agua van a determinar sus especiales características biológicas.

El agua es el compuesto más simple y el más importante de todos los seres vivos. Es imprescindible para la vida. Existen organismos capacitados para vivir sin luz, incluso sin oxígeno, pero ninguno puede vivir sin agua.

En el hombre, el agua constituye cerca de las dos terceras partes de su peso y su contenido se mantiene prácticamente constante gracias a que nuestro organismo está dotado de diversos mecanismos que regulan muy bien los ingresos y las pérdidas de dicho líquido, algo que es extraordinariamente vital.

No debemos perder de vista que en la Naturaleza no se encuentra nunca el agua de los químicos, es decir, el agua pura. El agua de los ríos, el agua subterránea, el agua de lluvia y el **agua que bebemos** contiene siempre otras sustancias disueltas que, aún en cantidades reducidas, aportan cualidades nutritivas importantes.

Las **funciones vitales** más importantes del agua son consecuencia de sus propiedades físico-químicas. De ellas resaltamos las siguientes:

- Su papel como **disolvente**:
 - Es el medio en el que se desarrollan los procesos químicos en el organismo. Actúa como substrato o producto de reacciones metabólicas.
 - Transportador por la sangre de sustancias necesarias para la nutrición de las células, lo cual requiere su solubilidad en agua o su asociación con otras sustancias que permitan hacerlas solubles. Es el solvente universal de los nutrientes y constituye el medio de absorción, transporte y utilización de la célula.
 - Vehículo para excretar productos de desecho. Como principal componente del líquido extracelular, permite la eliminación de catabolitos tóxicos para el organismo si se acumulan en exceso (urea, ácido úrico, etc.).
 - Lubrifica y proporciona soporte estructural a células, tejidos y articulaciones.

- Su función **termorreguladora**, a través de dos mecanismos:
 - El *alto calor específico* del agua sirve para regular los cambios de temperatura, pues el agua es capaz de coger o ceder cantidades importantes de calor sin que se modifique mucho la temperatura corporal. De esta forma nos protege de cambios de temperatura que podrían poner en peligro la vida. Gracias a la gran cantidad de agua que tenemos (aproximadamente un 60% del peso corporal), nuestra temperatura corporal permanece constante, independientemente de la temperatura externa. Esta es una de sus más importantes funciones.
 - El *elevado calor de vaporización* del agua (necesita absorber mucha energía para vaporizarse) permite que, cuando la temperatura de nuestro cuerpo aumenta (por ejemplo en ambientes muy cálidos y cuando se realizan ejercicios físicos intensos), la sudoración que se produce nos protege, evitando un sobrecalentamiento. El organismo humano es muy poco eficaz a la hora de transformar la energía almacenada en los alimentos en energía mecánica para realizar trabajo, pues un porcentaje alto (70-80%) se pierde en forma de calor. Durante el ejercicio, cuando la necesidad de utilizar energía mecánica aumenta, la producción de calor es también mayor. En estos casos, el cuerpo, para prevenir un peligroso aumento de la temperatura corporal (hipertermia), debe perder este calor adicional que se ha generado y, aunque puede hacerlo por diversos mecanismos, el más importante es a través de la evaporación del sudor sobre la superficie de la piel.

Es importante tener en cuenta que, aunque el sudor es una forma muy eficaz para eliminar calor, puede dar lugar, cuando es prolongado, a una excesiva pérdida de agua que, si no se reemplaza, puede causar graves problemas. De hecho, el organismo necesita equilibrar, mediante la ingestión de líquidos, las pérdidas de agua producidas para poder seguir manteniendo la capacidad de regular la temperatura corporal. Cuando las pérdidas de sudor exceden peligrosamente a la ingesta, el sistema circulatorio no es capaz de hacer frente a la situación y se reduce el flujo de sangre a la piel. Esto da lugar a una menor sudoración y, por tanto, a una menor capacidad para perder calor. En estas condiciones se produce un aumento de la temperatura corporal que puede tener consecuencias fatales. De ahí la importancia de cuidar la adecuada hidratación antes, durante y después del ejercicio. No hay que olvidar tampoco la necesidad de un adecuado aporte de electrolitos que puede realizarse igualmente a través del consumo de aguas minerales.

Necesidades de agua

Aunque el agua se excluye a menudo de las listas de nutrientes, es un componente esencial para el mantenimiento de la vida que debe ser aportado por la dieta en cantidades muy superiores a las que se producen en el metabolismo. **El agua puede considerarse como un verdadero nutriente** que debe formar parte de la dieta equilibrada. De hecho, en la actualidad, muchos países incluyen entre sus recomendaciones dietéticas la de ingerir una determinada cantidad de líquidos, principalmente agua de bebida (**1.5 a 2 litros/día = unos 6 a 8 vasos al día, en climas moderados**), recomendación que ya aparece en las pirámides nutricionales de algunos grupos de población en las que el agua debe ocupar siempre la base.

Además, puesto que el cuerpo tiene una capacidad muy limitada para almacenar agua, debe ser **ingerida diariamente** en cantidad aproximadamente igual a la que se pierde. Normalmente la sensación de sed, invitándonos a beber, permite satisfacer nuestras necesidades de agua, pero no siempre ocurre así. Puesto que el mecanismo de la sed aparece cuando el proceso de deshidratación ya se ha iniciado, **es aconsejable beber incluso aunque no se tenga sed**.

Los requerimientos de agua del hombre están estrechamente relacionados con numerosos factores endógenos y exógenos: edad (que incide especialmente en niños y ancianos), tamaño corporal (de él depende la superficie de evaporación), dieta (condiciona la carga osmótica a eliminar),

temperatura y humedad exteriores (factores físicos exógenos que afectan a la velocidad de evaporación de cualquier líquido) o la actividad física (pérdidas por sudor) y situaciones fisiológicas especiales como embarazo o lactancia materna.

En situaciones que cursan con diarrea, vómitos, en síndromes de malabsorción, hemorragias, quemaduras, fiebre, alteraciones renales, infecciones y/o ingesta de diuréticos, la cantidad de agua que se pierde puede presentar graves problemas si no se reponen con prontitud y eficacia, por lo que hay que cuidar especialmente su aporte.

Durante el embarazo, las necesidades de líquidos se modifican poco, gracias a mecanismos de adaptación; sin embargo, durante la lactancia materna es necesario consumir una cantidad adicional: unos 600 – 750 mL/día.

Los niños necesitan mayor cantidad de líquidos por su mayor superficie corporal y metabolismo basal con respecto al peso. Además, sus riñones aún no tienen la capacidad adecuada para concentrar solutos.

En los ancianos, la pérdida de la sensación de sed (a veces, adipsia total) es muy frecuente, de tal forma que hay que insistir en que beban, incluso aunque no tengan sed.

En general, y aunque es difícil llegar a establecer unos requerimientos individuales, las **necesidades diarias de líquidos**, principalmente agua, pueden estimarse utilizando los siguientes factores en función del peso corporal o de la ingesta calórica total:

| | | |
|---------------------------------|-----------|-----------------------------|
| Referidas al peso | Lactantes | 150 mL/kg de peso y día |
| | Niños | 50 – 60 mL/kg de peso y día |
| | Adultos | 35 mL/kg de peso y día |
| | Ancianos | 30 mL/kg de peso y día |
| Referidas a la ingesta calórica | Niños | 1.5 mL/ kcal ingerida |
| | Adultos | 1 – 1.5 mL/ kcal ingerida |

Como ejemplo, podemos calcular la cantidad necesaria de la siguiente forma:

- Adulto de 70 kg:
 $70 \text{ kg} \times 35 \text{ mL/kg} = 2450 \text{ mL de líquidos al día (entre 2 y 2.5 litros/día)}$
- Adulto que consuma una dieta que aporte 2300 kcal/día:
 $2300 \text{ kcal} \times 1 \text{ mL/kcal} = 2300 \text{ mL de líquidos al día (entre 2 y 2.5 litros/día)}$
- Anciano de 60 kg:
 $60 \text{ kg} \times 30 \text{ mL/kg} = 1800 \text{ mL de líquidos al día (entre 1.5 y 2 litros/día)}$
- Anciano que consuma una dieta que aporte 2000 kcal/día:
 $2000 \text{ kcal} \times 1 \text{ mL/kcal} = 2000 \text{ mL de líquidos al día (entre 2 y 2.5 litros/día)}$

Ello nos lleva a considerar que para una dieta adecuada, los requerimientos de líquidos deben ser, en general, de **2 a 2.5 litros/día**.

Esta cantidad puede proceder de diferentes fuentes (refrescos, zumos, infusiones, etc.), pero es fundamental recordar que **el agua de bebida debe ser una parte importante**.

Además, otro aspecto que no hay que olvidar es que el agua es un ingrediente fundamental en la cocina, en la elaboración de los platos, mejorando no sólo el valor gastronómico de las recetas culinarias sino también su aporte de nutrientes si se utilizan aguas minerales, que contribuirán a

“regalarnos el paladar de forma saludable” como está escrito en la contraportada del libro titulado “Agua. El arte de buen comer”, editado por la Academia Española de Gastronomía.

Bibliografía

- Academia Española de Gastronomía (ed). “Agua. El arte de buen comer”. Barcelona (2000).
- American Dietetic Association. Dietitians of Canada. Manual of Clinical Dietetics. 6ª ed. 2000.
- Chernoff R. Thirst and fluid requirements. Nutr Rev 1994; 52/8:(II)S3-S5.
- Grande Covián F. Necesidades de agua y nutrición. Fundación Española de la Nutrición. Publicaciones: Serie Informes. Madrid, 1993.
- Mahan LK. Nutrición y dietoterapia de Krause. McGraw-Hill-Interamericana. 2001.
- NRC (National Research Council). Recommended Dietary Allowances (RDA). Washington, DC: National Academy Press. 1989.
- Widdowson EM. Water requirements. *Biblhca Nutr Dieta* 1987;40:117-121.