

## AGUA Y SALUD

### El agua, imprescindible para la salud

Un 60% del peso corporal es agua y hace falta un consumo diario de agua que compense las pérdidas que se producen de forma natural. Una persona de unos 75 Kg de peso, tendría 45 litros de agua y aproximadamente unas pérdidas diarias de 2.500 ml (2,5 litros) de los que 1.500 ml se eliminan por la orina, 900 ml por pérdidas insensibles y sudor y 100 ml con la materia fecal. Si consideramos que el metabolismo interno produce diariamente unos 350 ml de agua, la pérdida neta sería de 2.150 ml de los cuales la mayor parte corresponden al volumen eliminado por la orina. La restitución de todo el agua perdida debe producirse a través de los alimentos y de la bebida. La porción de agua ingerida con los alimentos puede ser muy variable y, si consideramos que los valores pueden oscilar por norma general entre unos 500-900 ml diarios, entonces el volumen diario de agua bebida debería ser como mínimo , de unos 1.250-1.650 ml. Teniendo en cuenta todos los factores que pueden influir en las necesidades diarias de agua (edad, peso, actividad física, temperatura ambiente, etc.) según algunos expertos en nutrición, sería recomendable una ingesta de agua de 30 ml/Kg/ día.

### AGUA Y CÁLCULOS RENALES

Cuanto más concentrada es la orina, mayor riesgo hay de formación de cálculos renales; por tanto, beber la cantidad recomendada de agua diaria (unos 2 litros) contribuye a la dilución adecuada de la orina y dificulta la formación de cálculos.

La influencia de la composición del agua en la formación de cálculos renales dependerá siempre del tipo de cálculos que se consideren y nunca se puede desvincular de otros factores decisivos relacionados principalmente con la dieta y el metabolismo del paciente.

En relación a los cálculos que contienen calcio (los de oxalato cálcico son los más frecuentes) debe tenerse en cuenta que no existe una relación directa entre concentración de calcio del agua y la formación de los cálculos; de hecho, existen estudios que indican que la relación, en ciertas circunstancias, podría ser justamente la inversa, ya que el calcio del agua, por ejemplo, puede ayudar a impedir la absorción intestinal de oxalato. Aquellas sustancias provenientes de la dieta que ayuden a solubilizar el calcio, como el citrato, evitan la formación de cálculos o facilitan su eliminación. Por el contrario, el sodio del agua y de la dieta en general provoca un incremento de eliminación de calcio por la orina y, en consecuencia, favorece la formación de cálculos.

Para otras clases de cálculos como los de ácido úrico, la característica del agua que más puede incidir en la formación o solubilización de los cálculos es la alcalinidad: aguas alcalinas (ricas en bicarbonatos y carbonatos) contribuyen a la alcalinización de la orina y esto favorece la solubilización y eliminación de los cálculos de ácido úrico.

### AGUA Y SALUD CARDIOVASCULAR

Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial y, además, predisponen a desarrollar las formas más graves de la COVID-19.

#### Sal, agua y hipertensión

La correlación positiva entre una dieta rica en sal y la hipertensión sanguínea se conoce desde hace más de cien años y a lo largo del siglo XX se han realizado estudios que confirman la relación. El sodio, el catión que junto con el anión cloruro forma lo que habitualmente se denomina sal en términos dietéticos es, según todos los indicios, el principal implicado en el incremento de la

tensión sanguínea. Pero no lo es en igual intensidad para todos los individuos. Aproximadamente un 60% de las personas hipertensas responden de forma muy sensible a las variaciones de sodio en la dieta: un incremento de la ingesta de sodio provoca un incremento en la presión sanguínea y, a la vez, una menor ingesta de sodio redonda en una disminución de la tensión. Son las denominadas personas sensibles – o intolerantes – a la sal. El resto de personas hipertensas, aproximadamente un tercio del total, son resistentes o tolerantes a la sal y, por tanto su hipertensión sería independiente de la ingesta de sal y, consecuentemente, suprimir la sal de la dieta no provocaría una disminución de la presión sanguínea. Para completar el panorama, existe una minoría de personas, aproximadamente un 5% o menos donde la sensibilidad es la inversa: una mayor ingesta de sal puede tener un efecto hipotensor. De las más de veinte variantes genéticas relacionadas con la hipertensión, se conocen dieciocho asociadas a la sensibilidad a la sal. Y entre éstas, posiblemente unas de las mejores estudiadas hasta ahora son las que afectan a los genes de las proteínas de membrana cotransportadoras de sodio y bicarbonato. Estas proteínas, están presentes en los túbulos renales y en otras células del organismo y tienen un papel primordial en el mantenimiento de los niveles adecuados del sodio, la presión sanguínea y el pH. Pese al papel destacado del sodio, también el cloruro, tal y como indican ciertos estudios con ratones, parece tener un protagonismo en la génesis de la hipertensión.

Las cantidades de sodio, cloruro y bicarbonato que se ingieren con el agua respecto al total de la dieta determinan el efecto sobre la presión sanguínea. El hecho es que la mayor parte de la sal (cloruro y sodio) que ingerimos proviene de múltiples alimentos y no precisamente del agua. La guía de la OMS no fija ningún nivel máximo admisible ni para el sodio ni para el cloruro; simplemente indica que el sodio a partir de 200 mg/l y el cloruro a partir de 200-300 mg/l pueden aportar sabor salado al agua. Del bicarbonato tampoco se hace ninguna consideración sanitaria aparte de la influencia en el equilibrio carbónico y sus implicaciones en la capacidad incrustante o agresivo-corrosiva del agua. Sin embargo, puede concluirse claramente que cuanto más sodio y cloruro tenga un agua más posibilidades hay que tenga un efecto hipertensivo y que la presencia de bicarbonatos puede considerarse, en general, más beneficiosa que perjudicial.

### **Calcio, magnesio, agua y protección cardiovascular**

Algunos estudios han permitido establecer una correlación entre aguas salinas y duras y una mejor salud cardiovascular, por ejemplo, con menor incidencia de hipertensión. La diferencia parece aportarla el magnesio, catión que junto al calcio contribuye a la dureza del agua y del que se conoce su influencia beneficiosa sobre la tensión sanguínea y otras enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, hay que tener en cuenta que ni todas las personas con déficit de magnesio son hipertensas ni todas las personas hipertensas ingieren poco magnesio en la dieta.

En conjunto, los datos que se conocen a día de hoy sobre el efecto del calcio, el magnesio y la dureza del agua sobre la salud cardiovascular indican que el magnesio, podría tener un efecto preventivo en relación con las enfermedades cardiovasculares y la mortalidad asociada. Los beneficios del calcio del agua, indiscutibles para la salud ósea, no parecen evidentes para el sistema cardiovascular.

La evidencia es que, desde el punto de vista de los efectos sobre la salud, no existen motivos para fijar unos límites máximos de calcio, magnesio o dureza en el agua de consumo. De hecho, esos límites no existen en la normativa vigente. Si existe alguna restricción en relación a estos minerales es para limitar la capacidad incrustante (precipitación de carbonato cálcico), siempre ligada al pH, en las tuberías de las instalaciones donde, aparte de obstrucciones, pueden crearse núcleos de crecimiento y diseminación de microorganismos peligrosos, como por ejemplo *Legionella*.

### **La (in)conveniencia de descalcificar o desmineralizar**

La descalcificación no hace el agua más saludable. El calcio del agua, aunque, como acabamos de comentar, no tiene un claro efecto beneficioso sobre la salud cardiovascular, tampoco tiene ninguno perjudicial. Ni tampoco provoca la formación de piedras en los riñones, ya que esta patología depende de múltiples factores dietéticos, genéticos, hormonales, etc. y no existe ninguna relación directa entre el calcio ingerido y el calcio que se filtra por los riñones y puede acabar formando cálculos. Cabe decir que uno de los factores que favorece el incremento en la excreción de calcio por los riñones es precisamente la ingesta de un exceso de sodio. Con esto ya se puede entender que si se descalcifica un agua por un sistema de intercambio iónico, que sustituye el calcio y el magnesio por sodio, el balance desde un punto de vista sanitario es nefasto: se eliminan cationes necesarios para la salud ósea y cardiovascular y se añade el catión más dañino al que ya estamos sobreexpuestos en la dieta habitual.

Una consideración similar puede realizarse en relación con las desmineralizaciones por ósmosis inversa. En este caso, ciertamente la eliminación de ciertos componentes salinos (cloruros, nitratos, sodio,...) que se encuentren en niveles excesivos y perjudiciales puede ser la solución para potabilizar un agua. Pero la desmineralización debe tener un límite y no debe ir más allá de lo estrictamente necesario o bien debe ir seguida de una remineralización selectiva que asegure el nivel mínimo recomendado de aquellos minerales imprescindibles para la salud, como el calcio o el magnesio.

## **AGUA Y SALUD ÓSEA**

### **Composición y interacciones de la materia ósea**

Los huesos están constituidos mayoritariamente por fosfato cálcico en forma de cristales de hidroxiapatita,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ , fijados sobre una estructura proteica de colágeno. Pero también contienen magnesio, fluoruro, estroncio o sodio. La materia orgánica, que representa un 30% de toda la materia ósea, también contiene, aparte del colágeno, otras proteínas y proteoglicanos. Las células, que completan la estructura de los huesos son: osteoblastos, principalmente implicadas en la formación del hueso; osteoclastos, responsables de la descomposición o resorción del hueso; y los osteocitos, reguladores de la remodelación ósea gracias a su capacidad mecanosensora. La interacción de estas células entre sí mediante citoquinas, factores de crecimiento y prostaglandinas se integra con el efecto de hormonas y citoquinas de origen sistémico. Entre las hormonas con efecto sobre receptores de las células óseas destacan la parathormona u hormona paratiroidea, la calcitonina, el calcitriol o 1,25-hidroxicolecalciferol, glucocorticoides, andrógenos y, sobre todo, los estrógenos. El resultado de este complejo sistema de intercomunicación bioquímica no sólo mantiene la homeostasis del calcio y el fósforo y la estructura física de los huesos, imprescindible para sus funciones motoras, sino que también influye en todo el organismo: por ejemplo, la osteocalcina producida por los osteoblastos, cuando se encuentra en la forma poco carboxilada, circula por el torrente sanguíneo y afecta a otros órganos como el páncreas, tejido adiposo, testículos y sistema nervioso; o los osteocitos, que mediante el factor de crecimiento de fibroblastos FGF23 vertido en el torrente sanguíneo actúan sobre la glándula paratiroides y los riñones.

### **Efectos del agua de bebida sobre los huesos**

El agua de bebida aporta una parte importante de la ingesta diaria recomendada de calcio y por tanto, es de esperar que tenga un efecto significativo en la salud ósea. Pero no sólo el calcio, también el magnesio, la alcalinidad o acidez y, en ciertas circunstancias y contextos, componentes minoritarios como el fluoruro, silicio o estroncio también deben tenerse en cuenta.

**El calcio.** El catión  $\text{Ca}^{2+}$  cumple funciones esenciales en todos los tejidos y, en concordancia, está sometido a mecanismos de control que regulan la concentración disponible en sus puntos de acción. Los huesos forman parte de esta maquinaria de regulación del calcio de forma que si existe un déficit en la ingesta de este elemento, uno de los principales recursos de que dispone el organismo es activar a los osteoclastos para que «deshagan» el hueso y liberen en la sangre el calcio necesario. Hay situaciones fisiológicas en las que los efectos sobre la mineralización ósea son especialmente importantes, principalmente en la infancia y en mujeres postmenopáusicas. En el primer caso por la necesidad de crecimiento de la masa ósea y en el segundo por la necesidad de compensar la destrucción de masa ósea por falta de estrógenos. Por lo general, todos los estudios apuntan hacia unos efectos claramente beneficiosos del consumo de agua rica en calcio. Los problemas, por tanto, los provocan las aguas pobres en calcio, como, por ejemplo, las aguas descalcificadas con resinas de intercambio iónico o las desalinizadas por ósmosis inversa. No existen unos valores mínimos legales de calcio en agua según la normativa vigente, debido a que la ingesta global de calcio depende siempre de otros componentes de la dieta (especialmente leche y derivados) pero la recomendación sanitaria sobre la que actualmente existe un gran consenso es que el agua de bebida debería tener un mínimo de 20 mg/l de calcio y valores de 40-80 mg/l pueden considerarse óptimos. Por supuesto sería absurdo fijar un límite máximo legal para la concentración de calcio en el agua de bebida ya que ni siquiera existe una relación causa-efecto siempre demostrable entre una elevada concentración de calcio en el agua y problemas aparentemente vinculables como, por ejemplo, los cálculos renales.

**El magnesio.** Como el calcio, el magnesio interviene en múltiples procesos bioquímicos y también, aunque en menor medida, el agua de bebida supone una parte importante de la ingesta total de este elemento. Actúa en unas 300 enzimas como cofactor y regula la homeostasis del calcio y de los huesos; de hecho, la mitad aproximadamente de todo el magnesio del organismo se encuentra en los huesos. Numerosos estudios relacionan valores elevados de concentración de magnesio en el agua de bebida con un efecto preventivo de problemas cardiovasculares y también de la osteoporosis. Por tanto, el riesgo sanitario en general y para la salud ósea en concreto, al igual que ocurre con el calcio, está en las aguas desmineralizadas cuando no llegan a la concentración mínima recomendable y que los indicios empíricos sitúan actualmente en unos 10 mg/l de magnesio.

**Alcalinidad.** En muchos de los estudios realizados, los beneficios del calcio y el magnesio del agua van asociados a la presencia de bicarbonato y al pH ligeramente alcalino que provoca este anión. Hay estudios que indican que la presencia de bicarbonatos y la alcalinidad del agua tiene un efecto notable en la disminución de la resorción ósea ya que aguas con la misma concentración de calcio pero más ácidas no alcanzan el mismo efecto protector de la mineralización de los huesos. El consumo de agua desmineralizada, en consecuencia, por su pobreza en bicarbonato y baja alcalinidad, además del déficit en otros componentes imprescindibles como el calcio o el magnesio, también puede influir negativamente en la mineralización de los huesos.

**Fluoruro.** El agua de bebida es la vía de ingesta de fluoruro más importante cuantitativamente, aunque hay vegetales, como las espinacas, el té o la uva que también pueden contribuir. En nuestro entorno geológico las aguas subterráneas que destinamos al consumo nunca suelen alcanzar el nivel que fija la normativa sanitaria como máximo admisible: 1,5 mg/l. Es sabido que la inclusión de iones fluoruro en la estructura de hidroxiapatita del esmalte dental confiere resistencia frente a la caries e, igualmente, en la hidroxiapatita de los huesos ayuda a mantener su estructura. En ambos casos se forma fluorapatita como resultado de la sustitución de aniones hidroxilo por fluoruros. Tanto en los dientes como en los huesos, cuando este proceso de incorporación de fluoruro es excesivo aparecen las alteraciones patológicas genéricamente denominadas fluorosis. Las manifestaciones de la fluorosis dental consisten en la aparición de manchas; en los huesos son más graves: osteosclerosis, osteoporosis, degeneración de las articulaciones, calcificación de ligamentos, etc. Pero, además, existen estudios clínicos que relacionan la ingesta excesiva de fluoruro con

mutagénesis, inmunosupresión, carcinogénesis, efectos neurotóxicos, infertilidad, hipotiroidismo, diabetes y retraso del crecimiento. Unos 200 millones de personas en el mundo viven en zonas donde las aguas subterráneas, contrariamente a lo que ocurre en nuestras islas, tienen un exceso de fluoruro que puede alcanzar niveles de más de 15 mg/l, por tanto, viven expuestas al riesgo sanitario que esto supone. Un riesgo que, según los estudios epidemiológicos existentes, se materializa en la aparición de fluorosis si durante 10 o más años se consumen 10 mg de fluoruro por día.

**Silicio.** La incidencia del silicio del agua en la salud ósea es escasa debido a que la proporción de silicio ingerido a través del agua de bebida es pequeña y no se conocen efectos tóxicos de un exceso de ese elemento. Sí hay pruebas de que el silicio juega un papel importante en la formación del tejido conjuntivo y los huesos y es un elemento esencial para muchos microorganismos, plantas, animales y posiblemente también en humanos. Los productos vegetales, principalmente plantas monocotiledóneas y algunos de sus frutos, los cereales, son la fuente de silicio principal de la dieta y, en la población adulta, la bebida que más silicio aporta es la cerveza, por fabricarse a partir de cereales como la cebada. Las aguas con mayor concentración de silicio conocidas (30-40 mg/l) se encuentran en acuíferos de Malasia y las Islas Fiyi; en nuestros acuíferos baleares, raramente se sobrepasan los 5 mg/l. La normativa de aguas de consumo europea no fija ningún nivel máximo admisible de concentración de silicio ni existen recomendaciones referentes a concentraciones mínimas deseables.

**Estroncio.** Se trata de un elemento que por su similitud con el calcio afecta al metabolismo de los huesos, contribuyendo beneficiosamente a bajas concentraciones pero provocando defectos importantes (osteomalacia, raquitismo, etc.) a mayores concentraciones, sobre todo en edades de crecimiento. La concentración de estroncio en el agua de bebida tampoco está limitada por ningún valor máximo admisible según la normativa europea. Sin embargo, en otras partes del mundo sí se han fijado valores de concentración máxima. Es el caso, por ejemplo, de Canadá donde este valor se ha situado en 7 mg/l. La OMS tampoco ha establecido ningún nivel guía para el agua de bebida, pero indica que la ingesta total diaria no debería ser superior a 0,13 mg/kg. Normalmente los niveles de estroncio no sobrepasan en las aguas continentales el umbral de 1 mg/l, aunque pueden superar en algunos casos ese valor.

**Dióxido de carbono.** Ninguno de los estudios realizados hasta ahora permite afirmar que el agua con gas carbónico tenga un efecto perjudicial sobre la mineralización ósea. Algo muy distinto es la constatación del efecto adverso que provocan las bebidas carbónicas con cafeína, generalmente adicionadas de una gran cantidad de ácido fosfórico como reforzante del sabor. Tanto la cafeína, por mecanismos diversos, como el ácido fosfórico impidiendo la absorción de calcio en el intestino, contribuyen a una deficiente calcificación de los huesos.