

EL SODIO EN LA NATURALEZA

DR. D. RAMÍREZ ORTEGA, ANTONIO

Académico Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Doctor Ingeniero de Minas, Académico Correspondiente de la Reales Academias:
Nacional de Farmacia y de Ciencias y Artes de Barcelona

DRA. DÑA. SAN JOSÉ ARANGO, CARMEN

Académica Correspondiente de la Real Academia de Doctores de España
Doctora en Medicina, Profesora Titular de Hidrología Médica
en la Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla

INTRODUCCIÓN

El Sodio es un elemento químico que pertenece al grupo de los metales alcalinos, siendo el más abundante de ellos en la corteza terrestre, con un promedio (Clarke) de 24 kg/t, principalmente en las rocas evaporíticas y también en las rocas ígneas ácidas, como el granito que tiene un promedio de 28 kg/t,.

El Sodio lo descubrió Davy en 1807 por electrolisis del hidróxido sódico, como también descubrió el Potasio por el mismo método desde su hidróxido, pues los dos metales son muy afines por tener potenciales eléctricos diferentes.

Los minerales principales de las rocas evaporíticas, que contienen Sodio son el cloruro Halita o Sal Gema y el sulfato o Thenardita. La Sal Gema se utiliza por los seres humanos desde la Prehistoria en la alimentación. En las rocas ígneas el Sodio se encuentra en forma de aluminosilicato en el mineral Albita, alcanzando por ello un contenido en la corteza terrestre de 28.800 ppm.

En el agua de mar es el principal componente salino asociado al cloro, alcanzando un contenido de 10,770 ppm. Del agua del mar procede la mayor parte de las evaporitas, uno de cuyos componentes mineralógicos más abundante es el cloruro sódico.

El Sodio es un elemento muy importante en la alimentación, usándose en forma de cloruro o sal gema. También industrialmente se utiliza como conservante de carnes y pescados, en la fabricación del ácido clorhídrico, del vidrio y esmaltes. En medicina se emplea en la preparación del suero fisiológico.

El Sodio junto con el Potasio tienen un papel vital en los seres animales, encontrándose el Sodio en el líquido extracelular y el Potasio en el intracelular, producién-

dose un equilibrio iónico, que favorece la actividad del sistema nervioso y el tono muscular, de ahí la importancia que tienen en la fisiología del corazón.

Se puede asegurar que:

El Sodio es un elemento imprescindible para la vida humana, cuyas necesidades son de 3 g/día, como máximo, pudiendo contener el cuerpo humano hasta unos 100 g.

EL SODIO EN LOS MINERALES Y LAS ROCAS

El Sodio es un elemento metálico alcalino que está dentro del grupo geoquímico de los litófilos, es decir, de los que se encuentran en la corteza terrestre silicatada, pues tiene gran afinidad por el oxígeno.

El Sodio no existe entre los minerales de elementos nativos, pues por sus características químicas al estar en contacto con la atmósfera el metal puro se oxida, dada su alta reactividad. Tampoco se encuentra entre los hidróxidos, óxidos y sulfuros; pero sí es uno de los minerales principales y abundante entre los halogenuros y silicatos, encontrándose también entre los carbonatos, nitratos y sulfatos. También se encuentra el Sodio en esos compuestos asociado con otros elementos alcalinos y alcalinotérreos, como potasio, calcio y magnesio, en minerales y rocas evaporíticas e ígneas.

1. Halogenuros

La Halita o Sal Común es cloruro sódico, teniendo un 39,32 % de Na y cristaliza en el sistema cúbico, con una dureza de 2,5 y peso específico de 2,135, su brillo es vítreo y es incolora o blanca, cuando es pura y su sabor es salado.

Los yacimientos de Halita proceden de la evaporación de aguas salinas ricas en Sodio y en Cloro, por lo cual se encuentran en terrenos geológicos que fueron bahías, cuando existía un clima árido y cálido, estando rodeadas de formaciones de arrecifes coralinos, especialmente en su comunicación con el mar abierto o bocana, que impiden salir las aguas profundas, que son más densas por su concentración en las sales, precipitando primeramente las cálcicas, después las sódicas y finalmente las potásicas y las magnésicas. También se forman en lagunas continentales en las que ha habido aporte de aguas con un alto contenido en Sodio por proceder de intrusiones marinas o comunicación por fracturas con el mar, o de aguas continentales superficiales o subterráneas que tienen contacto con yacimientos de minerales salinos. Los minerales sódicos de tipo nitrato, sulfato y carbonato pueden tener el mismo origen, de evaporación de aguas salinas en lagunas.

La sal común se ha extraído desde la antigüedad por evaporación del agua del mar en las salinas de San Fernando, Chiclana, Puerto Real y Puerto de Santa María de Cádiz en la costa Atlántica y en otras salinas de la costa Mediterránea, como en Torrevieja (Alicante), Roquetas (Almería) y Formentera (Baleares). También han sido muy importantes las producidas en los lugares donde hay manantiales de aguas cloruradas sódicas, como en Gerri de la Sal (Lleida), Medinaceli (Soria), Baeza (Jaén), Fortuna (Murcia), San Martín de la Vega y Ciempozuelos (Madrid) y en otros muchos donde existen terrenos pertenecientes al Triásico Superior o Keuper, del Oligoceno o del Mioceno, que suelen tener capas de Ha-

lita y de Yesos. En otros lugares como Poza de la Sal (Burgos), Cardona (Barcelona), Cabezón de la Sal (Cantabria), Salinas de Añana (Alava), Polanco (Santander), Jumilla (Murcia) y Pinoso (Alicante) existen diapiros salinos, donde la sal gema se encuentra sólida, incluso formando montañas y también depresiones por disolución, y en muchos otros está estratificada como en Remolinos (Zaragoza) y Villarrubia de Ocaña (Toledo).

La Halita o Sal Común, también denominada Sal Gema, Marina o de Cocina tiene su principal uso en alimentación y como conservante de alimentos cárnicos o de pescados; pero ultimamente tiene un gran empleo en la industria para la obtención de cloro por electrolisis de la solución salina, para la fabricación de plásticos clorurados y a la vez producción de sosa, para la industria de vidrios, decolorantes y esmaltes.

La Criolita es un aluminio-fluoruro de sodio con un contenido del 12,8 % de Sodio, cristaliza en el sistema monoclinico, encontrandose en masas incoloras o blancas, teniendo una dureza de 2,5 y un peso específico de 3.

Se asocia a la fluorita (fluoruro cálcico), habiendose encontrado en Sallent del Gállego (Huesca). Su principal uso es en la fabricación de vidrios y esmaltes.

2. Nitratos

El Nitrato Sódico o Nitronatrina tiene un 36,5 % de Na_2O , cristaliza en el sistema trigonal escalenoédrico, con una dureza de 1,5 y un peso específico de 2,25, teniendo un color incoloro o blanco y estando asociado al cloruro y al sulfato sódico. Se encuentra en Calatayud (Zaragoza) y Tembleque (Toledo).

3. Sulfatos

La Thenardita o Sal de Espartinas es un sulfato sódico y tiene un 43,5% de Na_2O , cristaliza en el sistema rómbico bipiramidal, con una dureza de 2,7 y un peso específico de 2,68, siendo incolora o blanca.

Es un mineral que se encuentra en yacimientos evaporíticos de facies continental, explotandose actualmente en Cerezo de Río Tirón (Burgos) y en Villarrubia de Santiago (Toledo), utilizandose para la fabricación de vidrios y jabones.

La Glauberita o Sal de Villarrubia es un sulfato sódico-cálcico, con el 22,3 % de Na_2O , cristaliza en el sistema monoclinico con una dureza de 3 y un pesos específico de 2,8 y un color blanco y a veces es incoloro. Este sulfato abunda más que la Thenardita, encontrandose en los mismos yacimientos y tiene las mismas aplicaciones industriales, pero es necesario separar sus dos componentes sódico y cálcico por un proceso termoquímico, para usar el sódico en la fabricación de vidrio y de jabón.

La Mirabilita o Sal de Glauber es un sulfato sódico con diez moléculas de agua, con un contenido de Na_2O del 19,25%, cristaliza en el sistema monoclinico con una dureza del 2 y un pesos específico de 1,49, incoloro o blanco. Es un mineral evaporítico encontrándose en los mismos yacimientos que los dos anteriores sulfatos sódicos, y teniendo las mismas aplicaciones.

4. Carbonatos

El Natrón es un carbonato sódico hidratado con diez moléculas de agua, conteniendo un 16 % de Sodio y tiene una dureza de 1 y un peso específico de 1,5., siendo incoloro o blanco, gris y cristalizando en prismas del sistema monoclinico.

Este mineral se encuentra cristalizado en muchas surgencias de aguas bicarbonatadas sódicas y en lagunas salobres de las tierras barrilleras, como las que existen en Valencia, Murcia y Almería. Se usa para la fabricación de sosa cáustica, para vidrios y jabones; pero ya en la prehistoria en Egipto se utilizaba como conservante de la carne.

La Trona es un carbonato ácido de sodio hidratado con dos moléculas de agua, conteniendo un 20 % de Sodio y tiene una dureza de 2,7 y un peso específico de 2,15, siendo blanco brillante y cristaliza en prismas del sistema monoclinico.

5. Silicatos

El silicato sódicos es la Albita, que contiene un 11,8 % de Na_2O , cristaliza en el sistema triclínico con una dureza de 6 y un peso específico de 2,6, teniendo color blanco y a veces incoloro o gris.

La Albita es el feldespato más rico en Sodio del grupo de las Plagioclasas, en el que está asociado al feldespato cálcico, que es la Anortita. Los feldespatos intermedios entre los dos anteriores son de más a menos sódicos; Oligoclasa, Andesina, Labrador y Bytownita.

La Albita es un mineral poco abundante encontrándose sólo en las rocas ígneas ácidas, es decir, granitos, sienitas y dioritas, en forma de filones y a veces de diques, como en la zona de Lugo Norte en San Cosme de Barreiros, donde se explota a cielo abierto para su uso en la fabricación de cerámica.

EL SODIO EN LAS AGUAS MINERALES

Los minerales de Sodio se disocian iónicamente en el agua, por lo cual suele ser uno de los constituyentes inorgánicos fundamentales disueltos en el agua subterránea y en la del mar, asociado al cloro, al bicarbonato y al sulfato. En el agua subterránea su concentración depende de la disponibilidad del elemento Sodio en los minerales que se encuentren en el trayecto subterráneo que ha recorrido; pero además está relacionada con la solubilidad de esos minerales sódicos y de la existencia de otros elementos, de la temperatura del subsuelo y de la presión donde se encuentran esos minerales sódicos.

El mineral sódico más soluble es la Halita, por el que el sodio puede alcanzar un contenido en el agua con un pH de 7 de 360.000 mg/L

En el mineral aluminosilicato de la Albita se produce un proceso de descomposición con una disolución incogruente, pues parte de sus componentes pasan al estado líquido y otro al estado sólido, Caolinita:

$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (sólido) + H_2CO_3 + $9/2 \text{H}_2\text{O}$ à Na^+ + HCO_3^- + $2\text{H}_4\text{SiO}_4$ + $1/2 \text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ (sólido).

Esta reacción de carbonatación se produce cuando la Albita, que se puede encontrar formando parte de los feldespatos de un granito, entra en contacto con aguas de origen meteórico que contienen ácido carbónico. Este ácido procede del aporte de anhídrido carbónico de la atmósfera al agua de lluvia y en mucha mayor proporción del agua infiltrada, cuando estuvo en contacto en la superficie del terreno que tenía materia orgánica rica en carbono, procedente de materia vegetal en descomposición. Estas aguas bicarbonatadas sódicas pueden tener un circuito subterráneo en el que alcanzan gran profundidad en la corteza terrestre y entonces son termales.

Se definen como aguas cloruradas o bicarbonatadas sódicas las que contienen más de 1 gr/L de esos iones. Cuando tienen más de 14 gr/L de cloruro sódico, o bien más de 5,5 gr/L de sodio y 8,5 gr/L de cloruro se las denominan en balneoterapia como «sole» .

Las aguas cloruradas proceden de esorrentía o de manantiales de aguas subterráneas que tienen contacto con formaciones evaporíticas, que suelen tener estratos de Sal Gema y también en algunos casos esas surgencias salinas proceden de la intrusión de aguas de mar, que circulan por grandes fracturas que comunican con la fuente y muchas veces han alcanzado grandes profundidades del terreno por lo cual son termales y tienen una concentración salina superior y una composición química diferente del agua del mar.

ELSODIO EN LAS AGUAS MINEROMEDICINALES NATURALES

Las aguas mineromedicinales son aquellas con probado efecto terapéutico o preventivo sobre el organismo y que se pueden administrar en bebida o cura hidropínica, por vía tópica o balneación y por vía respiratoria o inhalación (SAN JOSÉ ARANGO, 2001).

En el presente artículo vamos a tratar el ión sodio, que forma parte de la mineralización predominante en las aguas mineromedicinales naturales y ver sus características terapéuticas.

El ión sodio se encuentra en disolución en diversos tipos de aguas mineromedicinales naturales, que contienen este elemento mineral procedente de los terrenos geológicos ricos en sodio, que atraviesan en su acumulación en los acuíferos y hasta la surgencia o manantial.

Vamos a considerar, las características crenoterápicas (término derivado del griego crenos que significa fuente o manantial) de las aguas que contienen sodio, como las clorurado-sódicas, las bicarbonatado-sódicas y las sulfatado-sódicas, que son todas ellas en las que el sodio se encuentra en mayor proporción.

No se conocen efectos farmacológicos propios del sodio. Las acciones locales, así como en la absorción de las sales de sodio, tales como el cloruro sódico, el carbonato sódico y el sulfato sódico se diferencian claramente unas de otras, Por lo tanto las expon-dremos en apartados separados.

AGUAS CLORURADAS SÓDICAS

Son aquellas cuyo contenido total en iones cloruro y sodio sobrepasa el gramo por litro.

Pueden aparecer en una variada concentración, desde las hipotónicas, isotónicas, débilmente hipertónicas y las hipertónicas propiamente dichas o «sole», según terminología alemana aceptada universalmente, con una mineralización superior a 14 g/L de cloruro sódico, o bien que superen los 5,5 gr/L de ión sodio y 8,5 de ión cloruro.

Estas agua «sole» no son indicadas para cura hidropínica, ya que en bebida, su elevada concentración salina produciría un estímulo en el revestimiento cutáneo mucoso por el elevado efecto osmótico, que conduciría inmediatamente al reflejo del vómito. Se aplican únicamente para baños e inhalaciones.

En bebida solamente se pueden utilizar las hipotónicas, isotónicas y las débilmente hipertónicas.

Las aguas mineromedicinales clorurado-sódicas con escaso contenido total en sales minerales contienen frecuentemente una mayor proporción en diversos iones, sobre todo los cationes calcio y magnesio, y como aniones el carbonato y el sulfato.

Además no es excepcional que algunos componentes farmacodinámicamente significativos (como el hierro, el radón, el azufre...), sobrepasen el contenido mínimo característico y modifiquen los efectos terapéuticos.

MECANISMOS DE ACCIÓN SOBRE EL ORGANISMO DE LAS AGUAS «SOLE»

Las aguas «sole» en **aplicaciones tópicas de balneación** pertenecen a las aplicaciones crenoterápicas más comunes.

Debido a la presión osmótica de este tipo de soluciones salinas hipertónicas, produce un incremento en la elución o pérdida de las sustancias que componen la piel. Un ejemplo claro de este fenómeno de elución, lo constituye la pérdida de gran parte del ácido urocánico, que en condiciones normales actúa como protector de la piel frente a los rayos solares, por lo que tras la balneoterapia con este tipo de aguas, se produciría un aumento de la sensibilidad cutánea a los rayos ultravioleta.

Se ha demostrado que el tratamiento con baños de aguas «sole» produce una serie de estímulos cutáneos que originan una serie de reacciones vegetativas que actuarían sobre las funciones de diversos sistemas orgánicos.

Así, destacaríamos un incremento de la secreción corticosteroidea y del metabolismo del nitrógeno, un efecto normalizador del tono neurovegetativo y del aparato circulatorio, así como una disminución de la excitabilidad nerviosa y, en su conjunto, indicios de una mejoría en ella.

Cabe destacar que los baños «sole» estimulan y prolongan la eritropoyesis que tiene lugar en los climas de altitud. También se produce, tras una serie de baños de este tipo, un aumento significativo de la fosfatasa alcalina en el suero del agüista.

Para el **tratamiento inhalatorio** de las vías respiratorias profundas se utilizan aguas «sole» con un contenido de ClNa (cloruro sódico) hasta del 3 %, en forma de inhalación difusa en sala, formándose partículas de menos de 5 micras que flotan en el aire. A concentraciones mayores del 3 % producen fenómenos irritativos sobre la mucosa respiratoria. Por otra parte, se ha comprobado clínicamente el efecto reductor del estímulo de la tos, expectorante y fluidificante de las secreciones de las inhalaciones con aguas clorurado-sódicas.

Por regla general se recomiendan tratamientos paralelos de las inhalaciones, con baños en aguas «sole» y gimnasia respiratoria.

En **cura hidropínica** se utilizan aguas clorurado-sódicas de menor concentración que las «sole». Esta aguas hipo-, iso- y débilmente hipertónicas destacan por contener como iones predominantes el sodio y el cloruro, que a su vez son los iones que dominan cuantitativamente en el plasma y el líquido intersticial. Dichos iones determinan significativamente la presión osmótica en el líquido extracelular. Por ello tienen un significado decisivo en la regulación de su contenido acuoso y electrolítico. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

En lo referente al catión sodio cabe destacar que el cuerpo humano tiene un contenido medio de 60 mmol de sodio por kilogramo de peso. Solamente el 70 % de esta cantidad total (aproximadamente 3000 de los 4200 mmol) se conoce como sodio intercambiable. El resto permanece ligado a la materia cristalina de los huesos. La masa principal del sodio del organismo (97,6%) se encuentra en el espacio extracelular, al contrario del potasio, el cual está contenido en un 90% en el espacio intracelular.

El contenido plasmático del sodio está regulado de forma estricta, con escasas variaciones en sus límites (138-146 mmol/L). Las pérdidas de sodio, por ejemplo por el sudor, vómitos o diarreas se pueden reponer fácilmente, ya que existe un equilibrio de difusión entre las áreas de repartición del sodio intercambiable.

De todas formas, en sujetos ancianos se encuentran en un 20% casos de clara hiponatremia y en circunstancias de enfermedad esta cifra puede aumentar hasta un 40%. Estos casos de hiponatremia aparecen por igual en ambos sexos. Con la edad, la repartición del agua del organismo entre los espacios intra- y extracelular se desplaza, viéndose desfavorecido el espacio intracelular, lo que significa una limitación en la capacidad de regulación del contenido acuoso y electrolítico.

Las necesidades mínimas de aporte de sodio al organismo no se conocen exactamente. El empleo diario medio de sodio en el adulto está comprendido entre los 86 y los 130 mmol.

La Sociedad Alemana para la Nutrición (1991) establece como suficientes, en condiciones de vida normales, unas cantidades diarias de sodio en combinación con cloruro de 5 g. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

El sodio se absorbe solamente en una pequeña proporción en el estómago. Principalmente su absorción se lleva a cabo en el intestino delgado. El grado de absorción depende de la concentración en la luz de dicho órgano, Se trata de un proceso de absorción activa, por lo que el sodio puede ser transportado también en contra de un gradiente electroquímico.

Por razones de presión osmótica la absorción de sodio está ligada a un cierto intercambio de agua, resultante siempre de las dos partes contrarias de fluidos.

El ion cloruro es el principal responsable del efecto hipertensor de la sal común. Ya en el año 1929 diversos autores establecieron que el sodio solamente actúa como hipertensor cuando va ligado al cloruro. Este hallazgo ha sido corroborado en investigaciones recientes.

AGUAS BICARBONATADO-SÓDICAS

Son las que tienen un predominio de aniones bicarbonato y cationes sodio en su composición química.

Las aguas bicarbonatado-sódicas, al ser administradas por vía oral, neutralizan la acidez gástrica, comportándose como antiácidos sistémicos. Tradicionalmente se han denominado, por este motivo, aguas alcalinas. Pero, actualmente, se considera que la reacción que tiene lugar, especialmente en las de alto contenido en ácido carbónico, que es como habitualmente se presentan en la naturaleza, no necesitan necesariamente ser alcalina. De todas formas, estas aguas tienen una gran disposición para unirse a ácidos. De la combinación de un ácido débil con una base fuerte se deriva un fuerte potencial tampón sobre los ácidos libres.

Estas aguas bicarbonatado-sódicas se presentan en la naturaleza, debido a su escasa solubilidad, generalmente en concentraciones no muy altas. Otros iones alcalinos, aparte del sodio, aparecen por regla general en menor concentración en estas aguas, que en escasas ocasiones presentan contenidos de potasio y litio significativos. También pueden contener cantidades apreciables de hierro, sobre todo las que tienen contenidos altos en ácido carbónico.

MECANISMO DE ACCIÓN SOBRE EL ORGANISMO DE LAS AGUAS BICARBONATADO-SÓDICAS

Los efectos terapéuticos relevantes de una cura con aguas bicarbonatadas sódicas se comprueban a partir de un contenido de bicarbonato de 1,3 g/L.

En el estómago el bicarbonato se une a los ácidos libres en cantidades equivalentes. Por lo tanto, las aguas bicarbonatado-sódicas se pueden emplear en los casos de hipersecreción gástrica para rebajar el contenido ácido del estómago. Las concentraciones mínimas de bicarbonato efectivas son, según la experiencia clínica, de 1,5 g/L. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994)..

Los excesos alcalinos se neutralizan, por una parte, en el estómago con una nueva secreción gástrica, y por otra parte en el intestino, de manera que el valor del pH gástrico se restablece rápidamente.

Así, la contención duradera de los valores ácidos, incluido el periodo de ingesta, sólo se puede conseguir cuando se administran oralmente pequeñas cantidades de estas aguas repetidas a lo largo del día.

Un significado terapéutico de especial importancia lo presentan los hallazgos que indican que mediante el empleo de estas aguas de forma continuada en periodos largos de cura no sólo mejoran los problemas de hipersecreción ácida gástrica, sino también los de hipoacidez. El mecanismo íntimo de acción de este curioso fenómeno lo constituiría un efecto normalizador y de adaptación de los procesos reguladores de la secreción gástrica.

ACCIONES METABÓLICAS

La reserva alcalina sanguínea se incrementa tras la ingestión de las aguas bicarbonatado-sódicas durante varias horas, pero vuelve después a sus valores normales mediante la eliminación urinaria del exceso básico.

El incremento de la reserva alcalina producido por este tipo de aguas resulta beneficioso en los pacientes con diabetes mellitus, que tienden a la acidosis debido al aumento de producción de cuerpos cetónicos. En consecuencia, se pueden observar durante las curas hidropínicas con aguas bicarbonatadas disminuciones en la eliminación urinaria de cuerpos cetónicos y acetaldehidos. En experimentos llevados a cabo en animales se ha demostrado que con la administración de álcalis se incrementa el efecto de la insulina, así como los depósitos de glucógeno y el catabolismo oxidativo de los hidratos de carbono.

Estos efectos terapéuticos se han podido poner también en evidencia recientemente tanto en sujetos sanos como en enfermos diabéticos.

Las curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas son beneficiosas en los casos ligeros o de mediana intensidad de diabetes mellitus (independientemente del tipo de la enfermedad), mientras que en los casos de alto grado de déficit insulínico debe de prescribirse concomitantemente la insulina de sustitución. Las curas hidropínicas serían, en estos últimos casos una mera terapéutica coadyuvante.

Las aguas bicarbonatado-sódicas presentan una acción favorable en el metabolismo de las purinas, aumentando la movilización y eliminación de ácido úrico, con descenso en los niveles séricos de ácido úrico. En el hombre se han comprobado incrementos significativos en la eliminación de ácido úrico por la orina de cerca del 50% en el curso de la tercera semana de cura hidropínica con aguas bicarbonatado-sódicas.

Una consideración terapéutica de importancia en la prescripción de curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas en las hiperuricemias es el aumento de la solubilidad de los ácidos úricos en la orina para compensar el riesgo de formación de cálculos.

ACCIONES TERAPÉUTICAS SOBRE EL RIÑÓN Y LAS VÍAS URINARIAS

La ingestión de cantidades significativas de sodio en las curas hidropínicas con aguas bicarbonatado-sódicas actúa, en un primer momento, disminuyendo la cantidad efectiva de orina, en comparación con la ingestión de aguas no mineralizadas. Esta disminución urinaria inicial se compensa con el incremento en la diuresis que sigue.

El riñón tiene una gran capacidad eliminadora de bicarbonato. De esta forma, mediante las curas hidropínicas de aguas bicarbonatado-sódicas se eleva significativamente el pH sanguíneo, con lo cual se puede incluso sobrepasar el valor neutral durante el día.

Los ácidos débiles se encuentran fuertemente disociados en la orina alcalina, y de esta manera se pueden eliminar más rápidamente. El cambio de pH urinario hacia la alcalinidad favorece, por tanto, la eliminación de ácidos débiles disociados, conociéndose este efecto como «difusión no iónica». De este fenómeno se puede obtener un efecto terapéutico en las intoxicaciones con ácidos débiles (por ejemplo con barbitúricos), aunque hasta el momento no se han empleado las aguas mineromedicinales en este sentido.

En el tratamiento con curas de bebida de la formación de cálculos de oxalato, el principio que acabamos de describir es de gran importancia práctica a la hora de incrementar la actividad barrera de la orina contra la formación de dichos cálculos, mediante un incremento en la eliminación de ácidos débiles.

La capacidad de disolución en la orina de ácidos úricos y cistina, que aumenta con la alcalinización de su pH, tiene un considerable significado terapéutico en la profilaxis y tratamiento de la formación de cálculos urinarios.

La alcalinización de la orina en los procesos inflamatorios de las vías urinarias adquiere significación terapéutica por la neutralización del ambiente ácido inflamatorio. Pero debe de tenerse en cuenta que con la alcalinización de la orina, si se sobrepasan los valores neutrales de pH, se favorece el crecimiento de bacterias E. Coli.

AGUAS SULFATADO-SÓDICAS

Se consideran aguas sulfatadas las que tienen un predominio de anión sulfato. Son todas las aguas minerales naturales con una mineralización superior a 1 gramo por litro, cuyo contenido equivalente de iones sulfato supone por lo menos un 20%. (Gutenbrunner y Hildebrandt. 1994).

Pueden formar parte en su composición química otros aniones como los cloruros y los bicarbonato, que en cantidades suficientemente altas hace que se las considere como sulfatadas mixtas.

Por **via oral**, las aguas sulfatadas sódicas se comportan fundamentalmente como purgantes osmóticos salinos.

EFFECTOS DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SULFATADAS SOBRE EL APARATO DIGESTIVO

Las aguas sulfatadas muy concentradas pueden conducir a una hiperemia de la mucosa gástrica debido al estímulo químico local.

Por la difícil absorción de los iones de sulfato, las aguas mineromedicinales sulfatadas impiden, mediante su presión osmótica, la absorción intestinal del agua de su disolución. A mayor concentración se impide también la absorción de los iones fácilmente difundibles.

Por ello, pueden ser utilizadas en el tratamiento de intoxicaciones y como evacuadores del contenido intestinal. El mecanismo de tal acción purgante es de tipo osmótico, ya que los aniones sulfato y los cationes sodio retienen agua en la luz intestinal con el fin de isotonizar su contenido hipertónico,

EFFECTOS DE LAS AGUAS MINEROMEDICINALES SULFATADAS SOBRE LA VESÍCULA BILIAR

En curas hidropínicas tienen también una destacable acción colagoga, El mecanismo íntimo de tal acción se debe a la liberación de colecistoquinina por la mucosa duodenal, que produciría una contracción de la vesícula biliar, con salida de la bilis al intestino.

BIBLIOGRAFÍA

- Aires-Barros, L., «Alteração e Alterabilidade de Rochas». I.N.I.C., 1991. Lisboa.
- Amelung, W.; Hildebrandt, G. (1985). «Balneologie und medizinische Klimatologie». Springer Verlag. Berlin, Hilderberg.
- Gutenbrunner, C.; Hildebrandt, G. (1994). «Handbuch der Heilwasser-Trinkuren». Sontag Verlag. Stuttgart.
- Krauskoph, Konrad. «Introduction to Geochemistry». 1979. Second Edition. McGraw-Hill. U.S.A.
- Martínez Strong, P., Pérez Mateos, J. y García Bayón-Campomanes, P. «Mineralogía Descriptiva.» Tomos I y II, C.S.I.C.,1973. Madrid.
- Matti Tolonen. Trad. Bernabé Sanz Pérez. «Vitaminas y minerales en la salud y la nutrición». 1995. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Rios, J.M. «Materiales Salinos del Suelo Español». I.G.M.E.1963. Madrid.
- San José Arango, Carmen. «Hidrología Médica y Terapias Complementarias». Universidad de Sevilla. (2001). Sevilla.